



ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE COMPLEMENTAIRE Mission G1 ES/PGC

Aménagement du site de Versailles

INFRANEO Agence ETRECHY

T. : 06 43 15 57 57

8-10 rue des Chênes Rouges

91578 ETRECHY

Indice : vB

Objet : rapport initial du 11/04/2023

Rédacteur : M. SOUMAORO

Vérificateur : T. TOGHZAOU

Nombre de pages : 46 + 6 Annexes



ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE

MISSION G1/PGC

Ce dossier comprend :

- 1 rapport
- Annexe 1 : Conditions Générales de Vente et d'exécution des prestations
- Annexe 2 : Conditions Générales des Missions d'Ingénierie Géotechnique
- Annexe 3 : Schéma d'implantation des investigations in-situ
- Annexe 4 : Résultats des sondages et essais in-situ complémentaire
- Annexe 5 : Coupes et photographies des reconnaissances sur fondation
- Annexe 6 : Dimensionnement des fondations profondes via Foxta

Ind	Date	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	18/01/2023	M. SOUMAORO	T. TOGHZAOU	1 ^{er} diffusion
B	11/04/2023	M. SOUMAORO	T. TOGHZAOU	Mise à jour



SOMMAIRE

1	PRESENTATION	5
1.1	DEFINITION DE L'OPERATION - MISSION	5
1.1.1	Mission	5
1.1.2	Intervenants	6
1.1.3	Documents communiqués	6
1.2	DESCRIPTIONS GENERALES DU SITE	7
1.2.1	Plans de situation et vue aérienne	7
1.2.2	Historique du site	8
1.2.3	Ouvrages existants	9
1.3	CARACTERISTIQUES DU PROJET	11
1.3.1	Description du projet	11
1.3.2	Sollicitations d'exploitation du projet et trafics	13
1.4	CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE	13
1.5	ALEAS ET RISQUES NATURELS	13
2	RECONNAISSANCE DES SOLS	15
2.1	GENERALITES	15
2.2	SONDAGES DE RECONNAISSANCE	15
2.3	ESSAIS MECANQUES IN-SITU	17
2.4	EQUIPEMENT DES SONDAGES	17
2.4.1	Piézométrie	17
2.5	ESSAIS DE PERMEABILITE IN SITU	18
2.6	ESSAIS EN LABORATOIRE	18
3	RESULTATS DES INVESTIGATIONS	19
3.1	ANALYSE GEOLOGIQUE DU SITE	19
3.2	PIEZOMETRIE – NIVEAUX D'EAU - INONDABILITE	20
3.3	ESSAIS IN-SITU	21
3.3.1	Essais pressiométriques	21
3.3.2	Essais de pénétration dynamique	22
3.3.3	Essais de perméabilité	22
3.4	ESSAIS EN LABORATOIRE	23
3.4.1	Identification des sols	23
3.4.1	Aggressivité des sols et de la nappe vis-à-vis des bétons	23
3.4.1.1	Analyse sur Eau	23
3.4.1.2	Analyse sur Sol	24
3.5	FONDACTIONS DES BATIMENTS EXISTANTS	24
4	SYNTHESE GEOTECHNIQUE	27
4.1	SYNTHESE LITHOLOGIQUE	27
4.2	SYNTHESE ET ANALYSE GEOMECHANIQUES	28
4.2.1	Synthèse	28



4.2.2	Analyse	28
4.3	HYDROGEOLOGIE	28
4.4	PROTECTION DES OUVRAGES VIS-A-VIS DE L'AGRESSIVITE DE L'EAU ET DES SOLS	29
4.5	EXISTANTS A DEMOLIR	29
5	RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES	30
5.1	TEXTES REGLEMENTAIRES.....	30
5.2	PRINCIPE DE FONDATION.....	30
5.2.1	Faisabilité du niveau bas	30
5.3	JUSTIFICATION DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	31
5.3.1	Règlements utilisés.....	31
5.3.2	Etats limites de résistance du sol.....	31
5.3.3	Tassements.....	32
5.3.4	Efforts horizontaux - État limite ultime de glissement	32
5.3.5	Sujétions particulières	33
5.4	JUSTIFICATION DES FONDATIONS PROFONDES	33
5.4.1	Définition des fondations	33
5.4.2	Règlements utilisés.....	33
5.4.3	Paramètres de dimensionnement	33
5.4.4	Exemples de prédimensionnement.....	35
5.4.5	Dispositions constructives	36
5.4.6	Effet de groupe – coefficient d'efficacité C_e	36
5.4.7	Efforts parasites sur les pieux.....	36
5.4.8	Comportement transversal des pieux.....	36
5.4.9	Sujétions de conception et d'exécution	37
5.5	TERRASSEMENTS GENERAUX ET PONCTUELS	38
5.5.1	Zone en déblai	38
5.5.2	Terrassabilité des matériaux	38
5.5.3	Drainage en phase travaux	38
5.6	PROTECTION VIS-A-VIS DE L'EAU.....	38
5.7	REPRISE EN SOUS-ŒUVRE OU CONTRE-ŒUVRE ET MITOYENNETE.....	39
5.1	DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE DES FONDATIONS EXISTANTES	40
5.1.1	Hypothèses de calcul	41
5.1.2	Portance des fondations existantes.....	41
5.1.1	Conclusion	41
5.2	SOUTÈNEMENT.....	42
5.3	PRECAUTIONS PARTICULIERES DE CONCEPTION ET D'EXECUTION.....	43
5.3.1	Fondations.....	43
5.3.2	Construction	43
5.3.3	Précautions de mise en œuvre.....	44
5.3.4	Éléments de structure.....	44
6	ALEAS ET RISQUES RESIDUELS	45
7	CONDITIONS CONTRACTUELLES.....	46



1 Présentation

1.1 Définition de l'opération - Mission

1.1.1 Mission

À la demande et pour le compte de Rectorat de Versailles, **INFRANEO** a reçu pour mission de réaliser, dans le cadre du projet d'aménagement du site de Versailles, une étude géotechnique préalable complémentaire (mission G1 ES/PGC) sur un terrain situé au 3 Boulevard de Lesseps (parcelle cadastrée n° 249, 250, 251, 254, 418 et 419) à Versailles (78).

Cette mission a permis de définir :

- le contexte géologique et hydrogéologique du site,
- le niveau d'assise des fondations existantes et leur capacité portante ,
- les contraintes de calcul nécessaires au dimensionnement des fondations,
- un exemple d'ébauche dimensionnelle au stade préalable d'études,
- diverses dispositions constructives et précautions concernant les dallages, terrassements, soutènements, et les dispositions spécifiques vis-à-vis des nappes et avoisinants.

Il s'agit d'une mission de type G₁ phase ES/PGC, selon la norme NF P 94-500 (Version de Novembre 2013).

Une étude géotechnique préalable mission G1 phase ES/PGC a été réalisée par nos soins, datée du 28/05/2022 et référencée PA19 3793-A.

Notre étude ne fournit pas le dimensionnement structure des fondations (largeur, ferrailage, etc.). En effet, ce dimensionnement, généralement à la charge d'un BET Structure, ne peut être défini qu'après calcul des descentes de charges précises de l'aménagement envisagé.

Elle ne comprend pas (liste non exhaustive) :




- l'étude de stabilité des talus et l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale et la détermination des NPHE ;
- les études de pollutions éventuelles (sols et nappes) ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations (vides et/ou zones décomprimées notamment) ;
- la stabilité des remblais existants ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer ;
- les études pyrotechniques du sous-sol ;
- la recherche de vestiges anthropiques sur le site.

Elle est par ailleurs limitée par les hypothèses du projet qui nous ont été transmises au démarrage de notre mission.



1.1.2 Intervenants

Au moment de notre étude, les intervenants étaient les suivants :

Maitre d'Ouvrage	
Assistant du maître d'Ouvrage	
BET géotechnique	

1.1.3 Documents communiqués

Pour cette étude, les documents suivants nous ont été communiqués :

Doc	Document	Origine	Echelle	Date
Campagne G1 ES et PGC				
1	CCTP géotechnique et pollution	La Soderec	-	-
2	CCAP géotechnique et pollution	La Soderec	-	-
3	Plan topographique	BEP Ingénierie	1/200	03/02/2020
4	Plans des bâtiments existants	La soderec	-	-
Campagne G1 ES et PGC – Complémentaire				
5	Règlement de la consultation et cahier des charges	La soderec	-	20/05/2020
6	Cahier des clauses administratives particulières	Académie de Versailles	-	20/05/2020

1.2 Descriptions générales du site

1.2.1 Plans de situation et vue aérienne

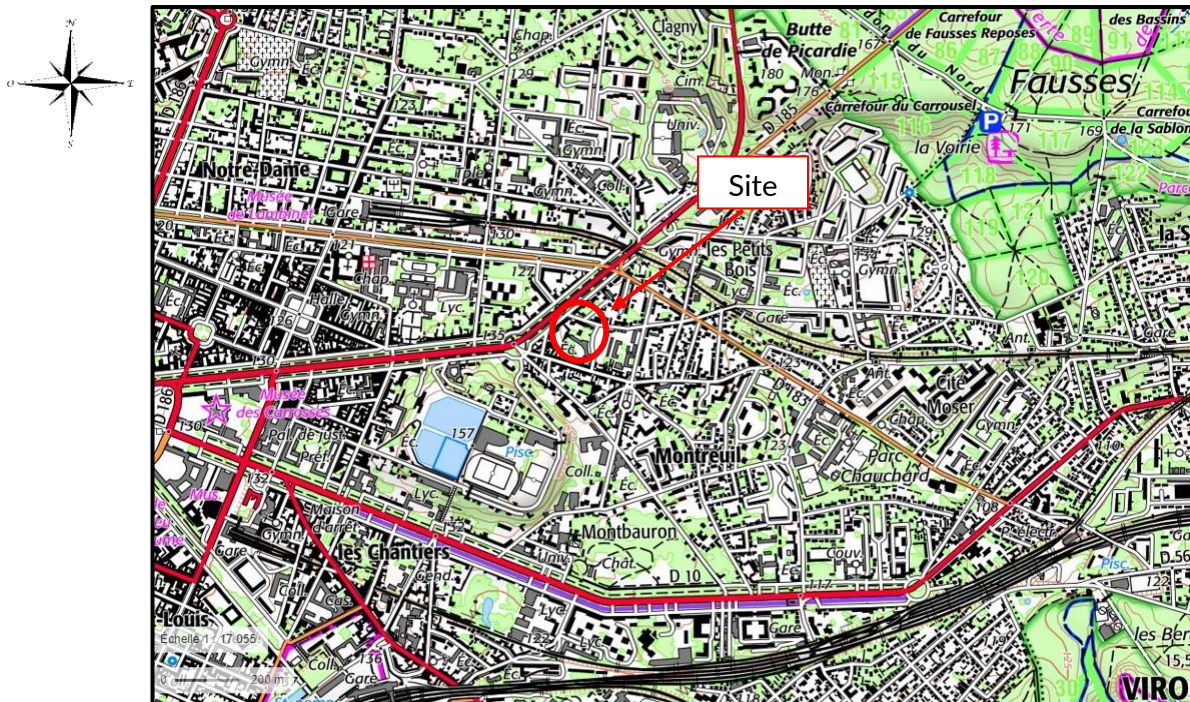


Figure 1 : Localisation du projet (fond de carte topographique, source geoportail.gouv.fr)



Figure 2 : Localisation du projet (vue aérienne, source geoportail.gouv.fr)

1.2.2 Historique du site

D'après l'étude des photographies aériennes et les informations communiquées lors de notre visite, le site est occupé par six bâtiments et trois parkings. Les bâtiments ont été construits avant 1933. Les parkings ont été construits dans les années 50.

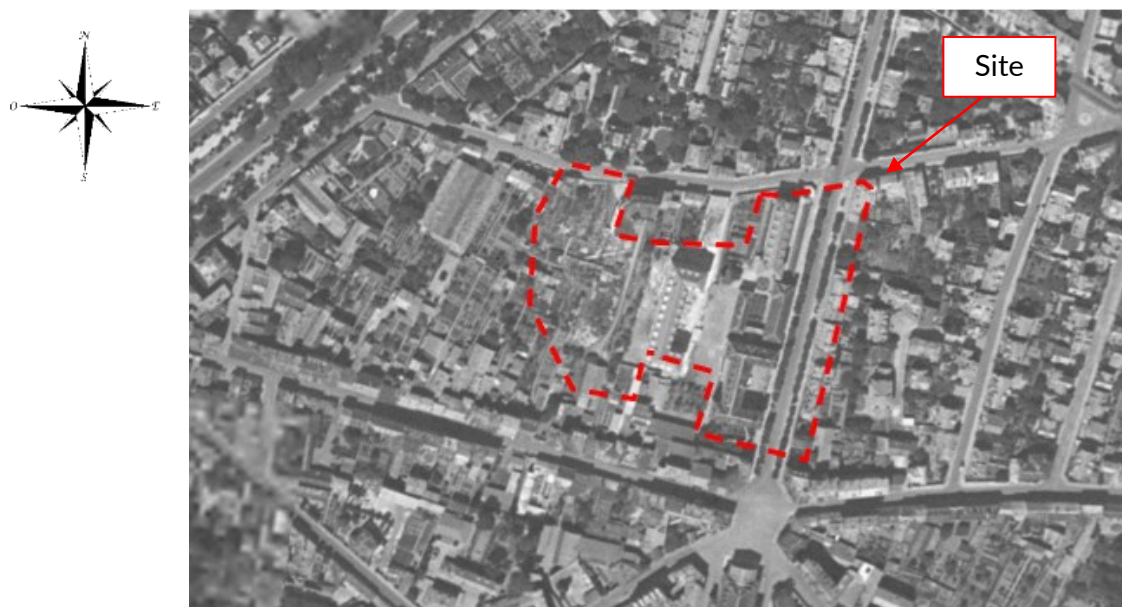


Figure 3 : Photographie de 1933 (photographie aérienne, source geoportail.gouv.fr)

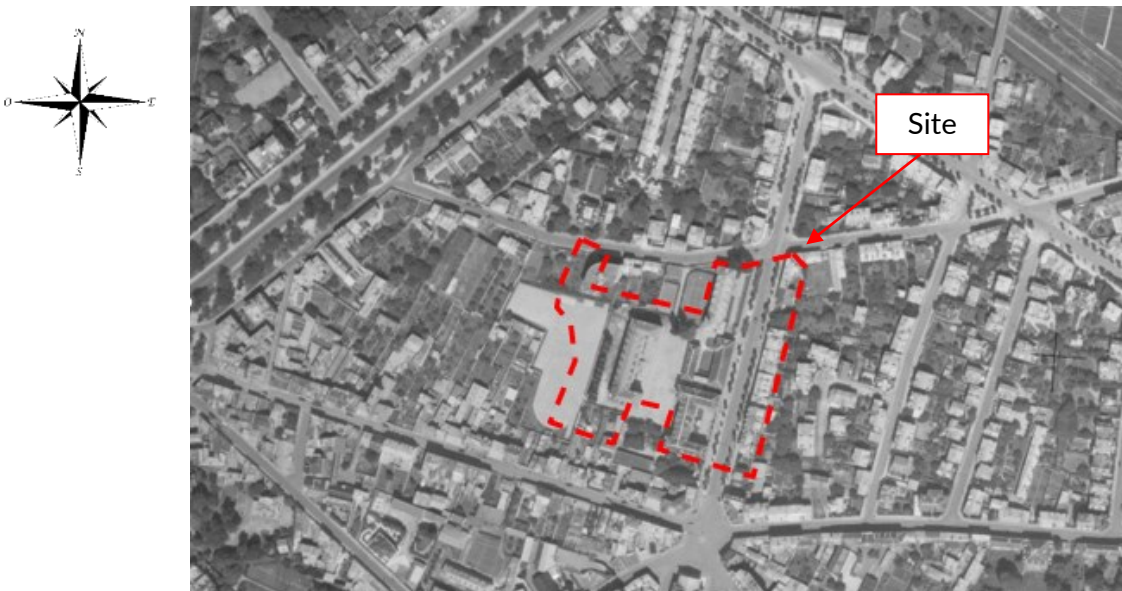


Figure 4 : Photographie de 1951 (photographie aérienne, source geoportail.gouv.fr)

D'après des recherches documentaires du site d'étude, de nombreux rus ont été observés à Versailles. D'après les informations de La Soderec, du rectorat de Versailles et nos recherches, un ancien ru, nommé ru de Montreuil, se positionnerait à proximité immédiate, voire au droit de la zone d'étude. Celui-ci commencerait au niveau de la butte de Montbauron, dans le quartier du Grand Montreuil. D'après un article sur les eaux de Versailles, et passerait devant l'église Saint-Symphorien et longerait la rue de Montreuil.



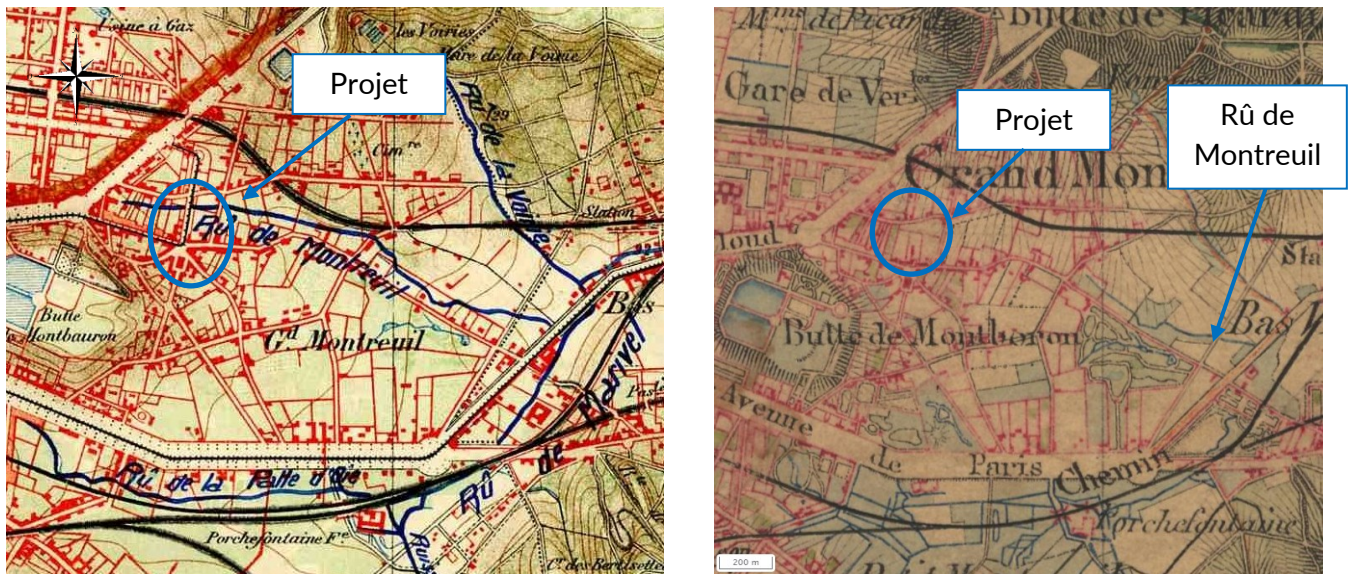


Figure 5 : Extrait de la carte de Versailles de 1926 et la carte de l'état-major de 1820-1866 (Source : La Soderec)

1.2.3 Ouvrages existants

Le terrain étudié est actuellement occupé par six bâtiments :

- Bâtiment A de type R+3+C avec un sous-sol semi enterré (entresol) ;
- Bâtiment B de type R+3+C sans sous-sol ;
- Bâtiment C de type R+3+C avec un sous-sol semi-enterré ;
- Bâtiment D de type R+4+C avec un sous-sol semi-enterré.
- Bâtiment E de type R+3+C sans sous-sol ;
- Bâtiment F de type R+2 sans sous-sol.

Lors de notre intervention, nous avons constaté que le sous-sol semi-enterré du bâtiment C était à moitié inondé.

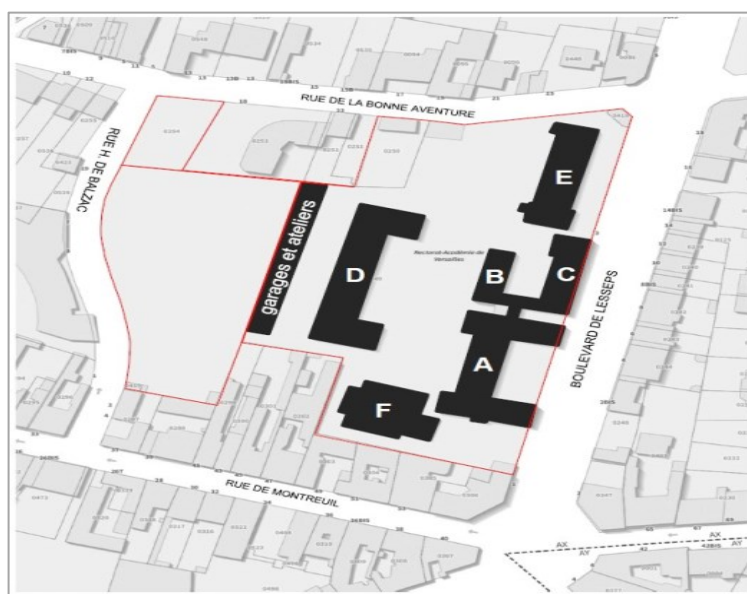


Figure 6 : Extrait de bâtiments existantes (Source : La Soderec)

Photos des existants du site

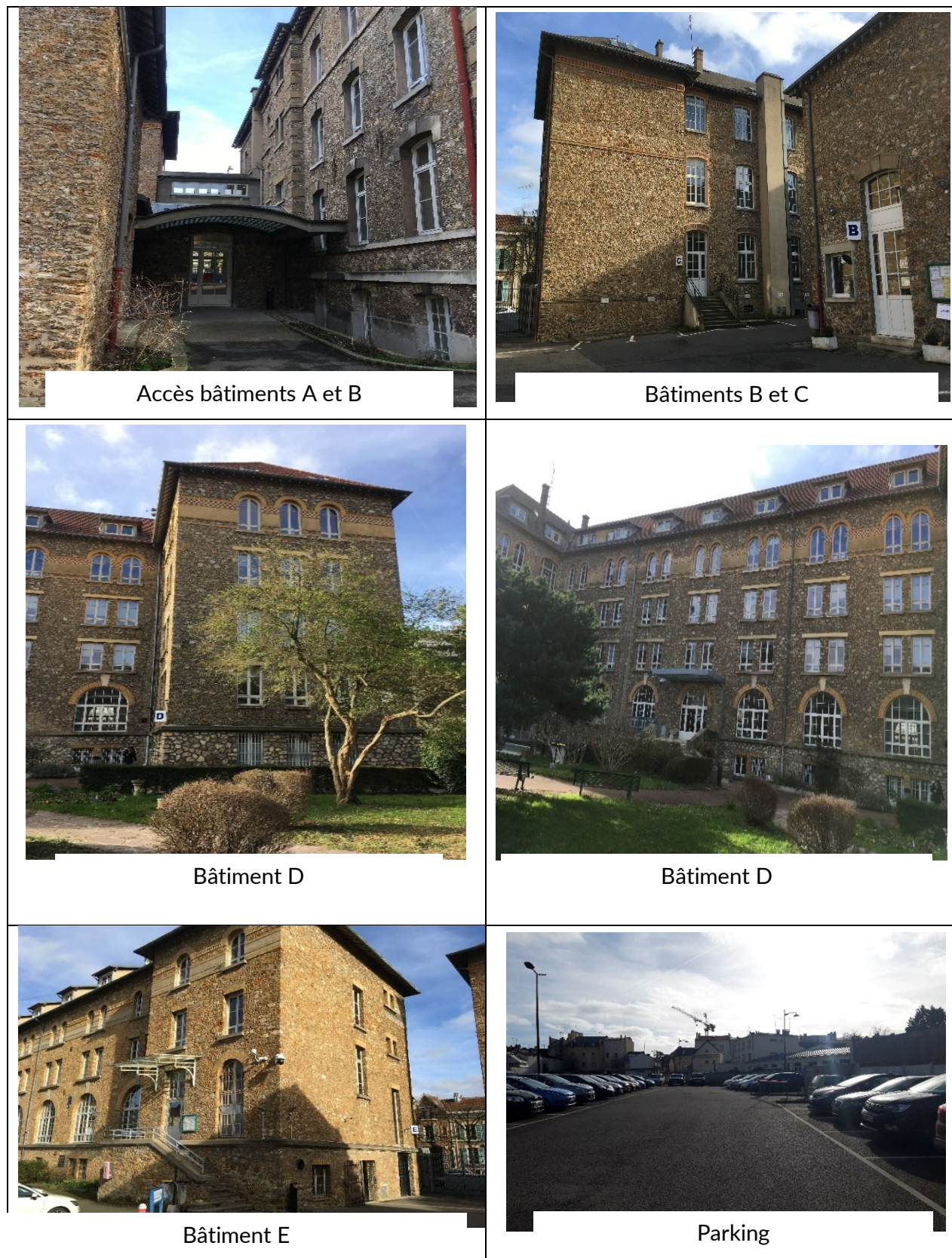


Figure 7 : Photographies de la visite de site (Source : ESIRIS)



D'après le plan topographique du site, le terrain présente une très légère pente de 1 % en direction du Nord Est, sa cote altimétrique varie entre 126,7 NGF et 130,7 NGF.

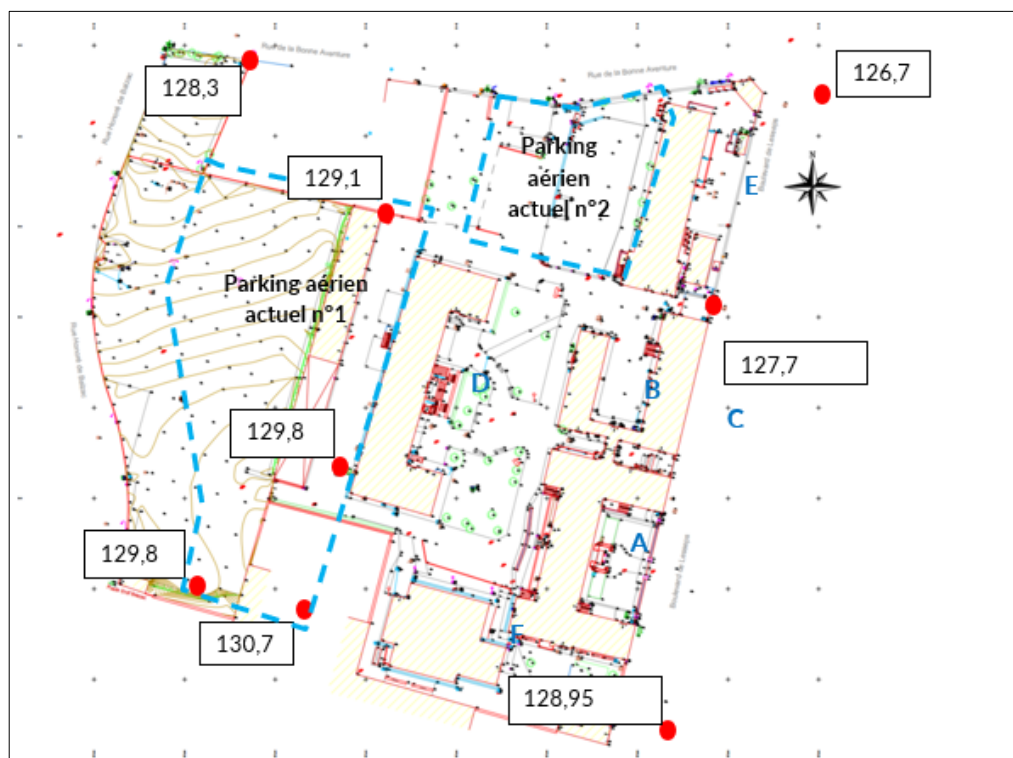


Figure 8 : Extrait du plan topographique du site (Source : BEP Ingénierie)

Le terrain est délimité par :

- Au Nord, par la rue de la Bonne Aventure,
- À l'Est, par le boulevard de Lesseps,
- À l'Ouest par la rue Honoré de Balzac ;
- Au Sud par de multiples constructions.

1.3 Caractéristiques du projet

1.3.1 Description du projet

Des études pré-opérationnelles menées en 2020 et 2021 ont permis de valider un scénario de faisabilité.

Le scénario retenu prévoit la conservation et la rénovation des bâtiments A, C, D et E conformément aux exigences de l'ABF de Versailles. Ces 4 bâtiments représentent une surface totale réutilisable d'environ 8 250 m² SDP.

Le projet prévoit également la construction d'environ 16 750 m² SDP dans des bâtiments neufs sur ce site. La capacité totale du site de Lesseps selon le scénario retenu est donc d'environ 25 000 m² SDP.

Les nouvelles constructions ont été dénommées **Bâtiment 4**, **Bâtiment 5** et **Bâtiment CAAV** sur le plan de masse fourni.

Il est prévu deux poches de stationnement souterrain au droit des nouveaux bâtiments :

- Un grand parking de 3 niveaux de sous-sol, pour 330 places, sous le **Bâtiment n°4** (avec environ 200 places partagées avec la Mairie de Versailles les soirs et week-ends) ;
- Et un parking de 2 niveaux de sous-sol, pour 70 places, sous le **Bâtiment CAAV**.

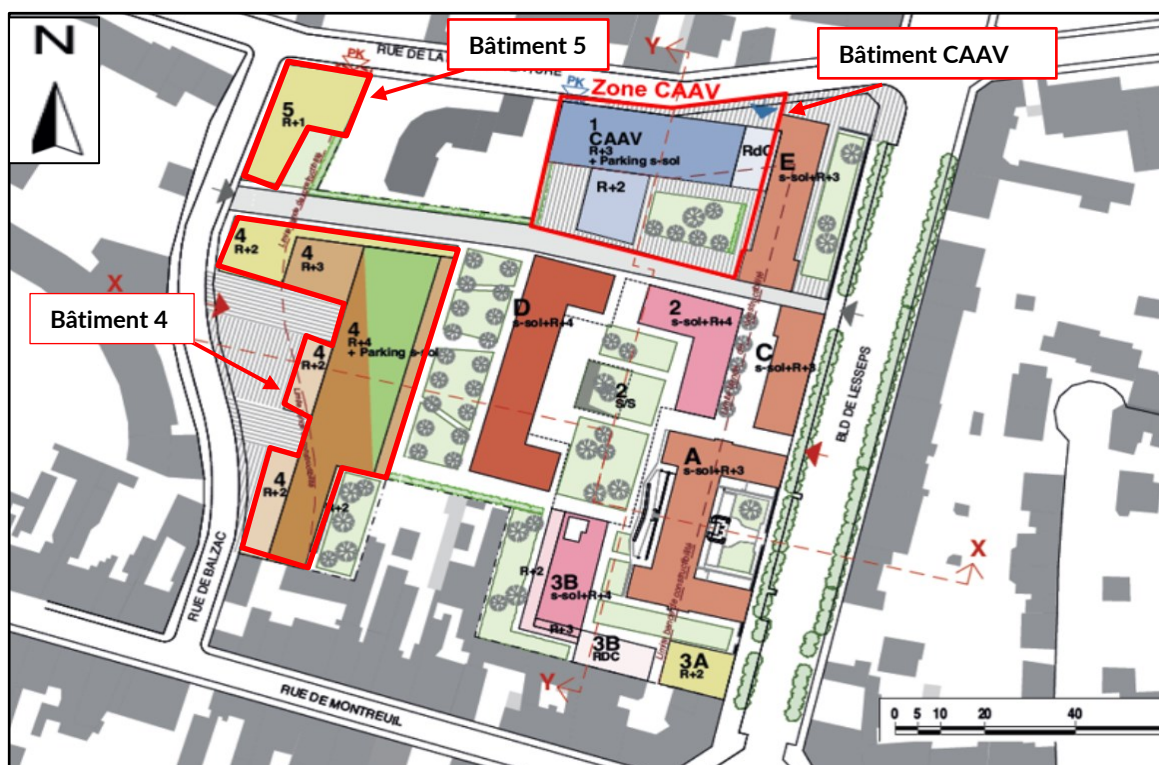


Figure 9 : Extrait du plan de masse du projet (source : La Soderec)



Figure 10 : Coupe du projet (source : La Soderec)

1.3.2 Sollicitations d'exploitation du projet et trafics

Les sollicitations ne nous ont pas été communiquées dans le cadre de notre mission. Ce rapport gardera donc un caractère général.

1.4 Contexte géologique et hydrogéologique

D'après la carte géologique de Versailles (éditée par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50 000) et notre expérience locale, la géologie attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagements (R) ;
- Sables de Fontainebleau (g2b) ;
- Marnes à Huîtres (g2b) ;
- Calcaire de Brie (g1) ;
- Argiles Vertes (g1).

Compte tenu de l'environnement du site, ces formations peuvent être surmontées par des remblais anthropiques



Figure 11 : Carte géologique (source infoterre.brgm.fr)

1.5 Aléas et risques naturels

❖ Risque sismique

Vis-à-vis de la prévention du risque sismique et au sens des décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'implantation du projet se situe en zone 1, **soit un aléa très faible**.

❖ Risque de retrait gonflement des argiles

Vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, le site se trouve en zone **d'aléa a priori nul** selon la carte d'aléa consultable sur le site www.georisques.gouv.fr.

❖ Risques de carrières souterraines

Aucune cavité souterraine anthropique n'est référencée à proximité immédiate du site d'après l'IGC de Versailles).

Cependant, il conviendra au Client/Concepteur du projet de s'informer auprès de la commune sur l'existence d'un plan de recensement officiel et de prendre le cas échéant les dispositions adéquates. **INFRANEO** reste à la disposition du client sur ce point particulier.

❖ Risque de remontée de nappe

Vis-à-vis du phénomène de remontées des nappes, le site se trouve en zone de débordements de nappe selon la carte consultable sur le site www.georisques.gouv.fr.

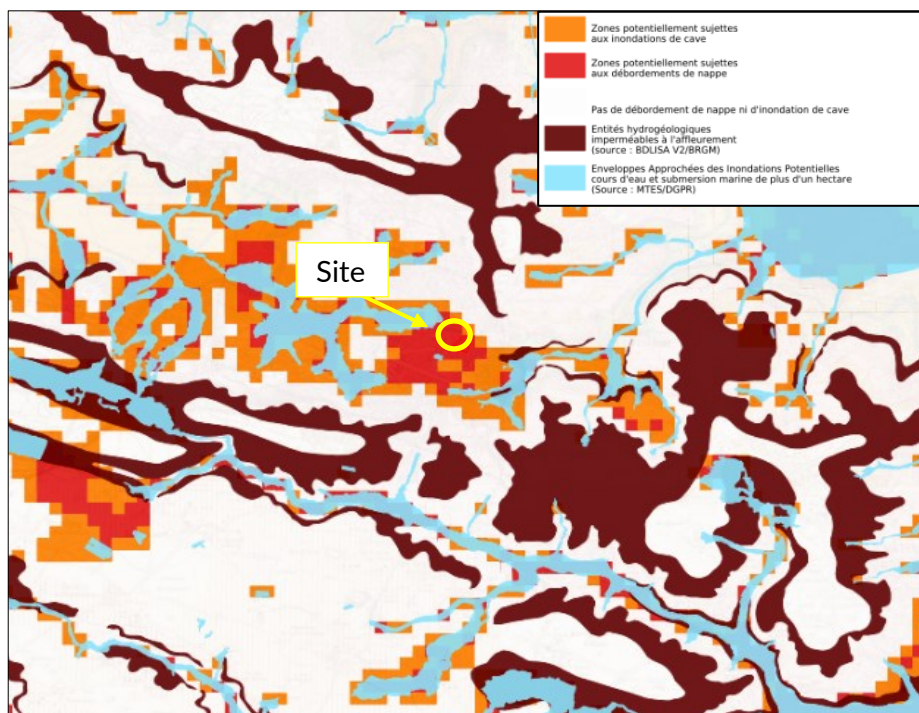


Figure 12 : Carte de phénomène de remontées de nappe (source [georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr))

Toutefois, d'après les données consultables sur le site www.georisques.gouv.fr, la zone d'étude est située en zone potentiellement sujettes aux débordements de nappe.

D'après notre connaissance du secteur, la commune de Versailles possède de nombreux ru. Certaines données indiquent que le ru traverserait la zone d'étude.

2 RECONNAISSANCE DES SOLS

2.1 Généralités

Les sondages et essais réalisés in situ sont présentés dans les tableaux suivants.

La première campagne d'investigation s'est déroulée du 3 au 24 mars 2020 et le 7 mai 2020 dans le cadre de la mission G1 ES et PGC.

Les investigations in situ dans le cadre de cette étude se sont déroulées du 25 au 27 octobre 2022. Les sondages ont été réalisés avec une machine de marque Terredo et de type D.C 4.

Les coupes de sondages ont été établies à partir du logiciel GEO-LOG4.

2.2 Sondages de reconnaissance

Les sondages de reconnaissance suivants ont été réalisés :

Type de sondage*	N° de sondage	Profondeur atteinte (m/TN actuel)**	Cote altimétrique de la tête du sondage (NGF)***		
			X	Y	Z(NGF)
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020					
Sondage destructif au tricône de Ø 89 mm	SP1	25,31	1637273,478	8178785,633	127,2
	SP2	25,06	1637201,182	8178741,021	129,6
	SP3	25,09	1637189,572	8178783,186	128,5
	SP4	25,26	1637274,143	8178737,005	128,3
	SP5	25,21	1637252,319	8178694,101	129,2
Sondage destructif au tricône de Ø 89 mm	SD6	25,66	1637208,071	8178707,385	129,9
	SD7	25,80	1637273,275	8178747,414	128,1
	SD8-PZ3	25,70	1637184,155	8178765,974	128,9
	SD9	25,32	1637218,813	8178762,946	129,2
	SD10	25,76	1637298,727	8178747,133	127,6
	SD11	1,77	1637202,705	8178765,096	129,0
	SD12	4,65	1637205,035	8178713,89	129,9
	PZ1	25,63	1637296,65	8178793,177	127,3
	PZ2	15,95	1637189,751	8178700,381	129,8
Sondage pénétrométrique dynamique lourd	P1	5,00	1637281,879	8178665,73	129,2
	P2	4,40	1637263,469	8178663,069	130,3
	P3	5,00	1637267,196	8178715,645	130,7
Sondage au carottier battu	SC1	1,50	1637273,275	8178747,414	128,1
	SC2	1,50	1637186,192	8178727,499	129,9

Campagne G1 ES et PGC – Complémentaire					
Sondage destructif au tricône de Ø 66 mm	SP1	20.00	-	-	-
	SP2	21.21	-	-	-
	SP3	20.02	-	-	-
	SP4	20.02	-	-	-
	SP5	20.04	-	-	-

* sondages implantés en tenant compte des conditions d'accès les jours de notre intervention et en fonction de la précision des plans qui nous ont été remis pour la campagne de reconnaissance géotechnique.

** par rapport au niveau du sol les jours de notre intervention

*** relevés X, Y, Z effectués en CC49 -Altimétrie NGF reportés sur les coupes de sondages placées en annexes.

Il est indiqué sur les coupes de forages destructifs paramétrés, les éléments suivants :

- coupe approximative des sols (les forages étant du type destructif, l'interprétation a été faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des paramètres de forages) ;
- diagraphie des paramètres enregistrés :
 - VIA : vitesse instantanée d'avancement (m/h) ;
 - PO : pression appliquée sur l'outil de forage (bar) ;
 - PI : pression d'injection (bar) ;
 - CR : couple de rotation (bar).

Nota : Les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, incident de forage, etc.

Il est indiqué sur les coupes de sondages carottés, les éléments suivants :

- coupe détaillée des sols ;
- niveau d'eau ;
- date de prélèvement ;
- outil de forage ;
- fluide de forage ;
- tubage de forage ;
- diagraphie des paramètres enregistrés ;
- équipement mis en place ;
- observations de forage.

Les photographies des caisses et des prélèvements de carottes intactes de sols conservés sous gaine PVC sont fournies à la suite des coupes de sondages.

Il est indiqué sur les relevés des fouilles sur fondation, les éléments suivants :

- coupe du sol ;
- dimensions des fondations existantes reconnues sous forme d'un schéma illustré d'une photographie.

2.3 Essais mécaniques in-situ

En complément, les essais in situ suivants ont été réalisés :

Type d'essai mécanique in situ	N° de sondage	Nombre d'essais
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020		
Essai pressiométrique - norme NF EN 22476-4	SP1 à SP5	24
Essai pénétrométrique dynamique de type B – norme NF EN 22476-2	P1 à P3	5
Campagne G1 ES et PGC – Complémentaire		
Essai pressiométrique - norme NF EN 22476-4	SP1	12
	SP2	12
	SP3	12
	SP4	12
	SP5	12

Essais pressiométriques :

Les résultats sont portés sur les coupes de forage, avec pour chaque essai :

- module pressiométrique E_M (MPa) ;
- pression limite nette pl^* (MPa) ;
- pression de fluage nette pf^* (MPa) ;
- rapport E_M/pl^* .

2.4 Equipement des sondages

2.4.1 Piézométrie

Les sondages notés PZ1, PZ2 et PZ3 réalisés en mai 2020 ont été équipés de tubes PVC piézométriques pour le relevé du niveau statique de la nappe conformément à la norme NF EN 2475-1. Le détail de ces équipements est repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage de référence	Dénomination	Profondeur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Hauteur tube plein (m)	Hauteur tube crépiné (m)	Massif filtrant	Bouchon	Type de protection de tête
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020								
PZ1	Pz1	0 à 10	51	0 à 2	2 à 10	Gravette 2/4 mm	Bouchon de tête	Bouche à clef
PZ2	PZ2	0 à 10	51	0 à 2	2 à 10	Gravette 2/4 mm	Bouchon de tête	Bouche à clef
PZ3-SD8	PZ3	0 à 10	51	0 à 2	2 à 10	Gravette 2/4 mm	Bouchon de tête	Bouche à clef



2.5 Essais de perméabilité in situ

Dans le cadre de la présente étude, des essais de perméabilité ont été réalisés sur le site. Le détail de ces essais est repris dans le tableau ci-dessous :

Type d'essai de perméabilité in situ	Sondage de référence	Profondeur (m)
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020		
Essai LEFRANC Norme NF EN 22282-2	SD11	0,5 à 1,50
	SD12	3,50 à 4,50

2.6 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Sondage	Nombre	Norme
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020			
Teneur en eau pondérale W	SC1 – SC2	2	NF P 94-050
Analyse granulométrique par tamisage	SC1 – SC2	2	NF P 94-056 (NF EN ISO 17892-4)
Valeur au bleu du sol (VBS)	SC1 – SC2	2	NF P 94-052-1

Analyse chimique	Sondage	Nombre	Norme
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020			
Mesure de l'agressivité de la nappe vis-à-vis des bétons, comprenant : - Mesure du pH, résistivité, cations, anions, titre alcalimétrique (TA/TAC), CO2 agressif	PZ1 et PZ2	2	EN 206-1



3 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1 Analyse géologique du site

L'ensemble des résultats permet de dresser la coupe géologique schématique ci-après (sous de la terre végétale ou les sols remaniés superficiels d'épaisseur 40 cm environ) :

Mission G1 ES et PGC – Datant de Juillet 2020

- H1 - des **remblais sablo-limoneux beige avec graviers**, reconnus jusqu'entre 1,1 et 2,2 m de profondeur ;
- H2 - des **sables jaune-roux en tête de la formation et des sables gris-noirs argileux** en base de la formation, reconnus jusqu'entre 8,0 et 13,6 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement des **Sables de Fontainebleau** ;
- H3 - **des marnes grises**, reconnues jusqu'entre 11,2 et 20,04 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement des **Argiles à Corbules et Marnes à Huitres**.
- H4 - des marnes gris-clair à gris foncées, reconnues jusqu'entre 15,5 et 20,0 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement du Calcaire de Sannois ;
- H5 - des argiles calcaire verte alternant avec des marnes calcaires blanches, reconnues jusqu'entre 18,5 et 22,0 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement des Argiles Vertes ;
- H6 - des marnes blanches à bleu vert localement sableuses., reconnues jusqu'à 25,0 m de profondeur (fin de sondages). Il s'agit vraisemblablement des Marnes Supragypseuses.

Mission G1 ES/PGC – Complémentaire

- H1 - des **remblais sablo-limoneux beige/marron avec graviers**, reconnus jusqu'entre 1 et 2,0 m de profondeur ;
- H2 - des **sables jaune-roux en tête de la formation et des sables gris-noirs argileux** en base de la formation, reconnus jusqu'entre 8,0 et 13,6 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement des **Sables de Fontainebleau** ;
- H3 - **des marnes grises et blanchâtres**, reconnues jusqu'entre 15,6 et 20 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement des **Marnes à Huitres**.
- H4 - des **marnes gris-clair à gris foncées**, reconnues jusqu'entre 20 à 21,2 m de profondeur. Il s'agit vraisemblablement du **Calcaire de Sannois**. Cet horizon a été reconnu uniquement au droit des sondages SP1 et SP2 dans le cadre de cette étude.

Remarques

- L'épaisseur des différents horizons peut varier notablement d'un point à un autre du terrain étudié ;



- Les remblais sont susceptibles de contenir des éléments de toute nature et des blocs de toute taille et des surépaisseurs peuvent être rencontrés en tout point du site ;
- Les Sables de Fontainebleau peuvent contenir des blocs durs et bancs indurés de toute dimension ;
- Il est toujours possible, dans un tel environnement, de rencontrer des couches de remblais qui n'auraient pas été mises en évidence dans nos sondages ;
- Le type de sondage destructif ne permet pas de caractériser objectivement les remblais et notamment de donner une indication sur les dimensions de blocs éventuels ;
- Rappelons que les coupes de sols établies sur la base des sondages destructifs et semi-destructifs ne sont qu'indicatives en raison de leur mode d'exécution, et que seuls les sondages carottés permettent d'établir une coupe lithologique précise.

3.2 Piézométrie – Niveaux d'eau - Inondabilité

Les niveaux d'eau mesurés au sein des sondages piézométriques sont les suivants :

Sondages piézométrique	Date de la mesure	Niveau d'eau relevé (m/TN)	Niveau d'eau relevé (NGF)	Profondeur du fond du piézomètre (m/TN)
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020				
PZ1	16/04/2020	2,16	125,2	9,22
PZ2	16/04/2020	3,15	126,7	9,72
PZ3	16/04/2020	2,70	126,2	9,57

☞ Il est à noter qu'aucun suivi dans le temps du piézomètre installé sur le site n'est prévu dans le cadre de cette étude. Nous restons cependant à la disposition du client pour toute demande particulière sur ce point.

Des niveaux d'eau ont été relevés à 1.9, 1.8, 1.7, et 2.0 m de profondeur au droit des sondages SP1, SP3, SP4 et SP5 à l'issue de leur réalisation en octobre 2022.

Ces relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de statuer sur l'existence ou non d'une nappe permanente ou temporaire, ni de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

De plus, on ne peut exclure la présence de circulations anarchiques notamment dans les formations superficielles. Elles pourront être plus ou moins prononcées en fonction des conditions climatiques.

Nous rappelons que le projet prévoit la réalisation de deux à trois niveaux de sous-sol au droit des nouvelles constructions. À ce stade de notre étude, nous n'avons aucune information sur la profondeur des sous-sols prévus.



3.3 Essais in-situ

3.3.1 Essais pressiométriques

Le tableau qui suit résume, pour chaque faciès testé, les principaux résultats des essais pressiométriques reportés en annexe n°4.

Il convient de rappeler que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles mais difficiles à détecter en sondage. **De ce fait, les caractéristiques gardent un caractère représentatif, mais jamais absolu.**

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Nombre d'essais	Pression Limite nette p_l^* (MPa)				Module Pressiométrique E_M (MPa)		
			Min	Max	Moy _{ar}	σ	Min	Max	Moy _{ha}
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020									
H1 – Remblais	1,1 – 2,2	8	0,32	1,6	0,46	0,40	1,3	15,0	2,8
H2 – Sables de Fontainebleau	10.0 – 13.5	48	0,92	3,62	1,41	0,69	4,1	33,5	9,4
H3 –Marnes à Huitres	11,2 - 13,9	5	1,03	2,84	1,30	0,70	6,4	27,0	11,2
H4 -Calcaire de Sannois	16,0 - 18,2	23	1,63	4,36	2,41	0,84	6,8	88,1	19,6
H5 – Argiles Vertes	18,5 - 21,2	17	1,51	2,20	1,70	0,17	10,3	43,5	20,0
H6 – Marnes Supragypseuses	>25,0	22	1,79	4,40	2,25	0,72	9,2	94,1	18,4
Campagne G1 ES et PGC – Complémentaire									
H1 – Remblais	1 – 2.2	4	0.19	1.07	0.64	0.47	2.1	21.6	3.5
H2 – Sables de Fontainebleau	8.0 - 13,5	44	0.32	2.99	1.59	0.69	2.6	53.4	13.1
H3 –Marnes à Huitres	11,2 – 20.4	7	1.04	2.46	1.47	0.48	5.9	61.5	19.3
H4 – Calcaire de de Sannois	20 – 21.2	0	Formation non testée						

Moy_{ar} : Moyenne arithmétique Moy_{ha} : Moyenne harmonique σ : Ecart type

Les essais pressiométriques ci-dessous n'ont pas été considérés dans le cadre de l'analyse statistiques ci-dessus :

- À 4 et 8 mètres de profondeur au droit du sondage SP4 ;
- À 10 m de profondeur au droit de sondage SP3.

Ces essais sont inexploitable, ils ne sont pas représentatifs des formations concernées.



3.3.2 Essais de pénétration dynamique

Il s'agit d'essais qualitatifs permettant entre autres, de vérifier la résistance du sol, l'homogénéité et la succession des différentes couches connues par ailleurs, la présence d'anomalies éventuelles (couche molle, blocs, vides, etc, ...).

La consistance pour les sols fins hors nappe est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Plastique ou molle : $q_d < 2 \text{ MPa}$;
- Moyennement compact : $2 < q_d \text{ (MPa)} < 5 \text{ MPa}$;
- Compact : $q_d > 5 \text{ MPa}$.

La consistance pour les sols grenus est déterminée d'expérience à l'aide des seuils suivants :

- Lâche : $q_d < 5 \text{ MPa}$;
- Moyennement serré : $5 < q_d \text{ (MPa)} < 15 \text{ MPa}$;
- Très serré : $q_d > 15 \text{ MPa}$.

Les caractérisations moyennes statistiques suivantes ont été retenues sur la base des sondages pénétrométriques réalisés :

Horizon	Base de l'horizon (m/TN actuel)	Nombre d'essais	Résistance de pointe qd (MPa)				Consistance Observations
			Min	Max	Moy _{ar}	σ	
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020							
H1 – Remblais	1,2 – 1,8	19	0,9	8,6	3,6	2,16	Compacité médiocre à moyenne
H2 – Sables de Fontainebleau	>5,0	50	3,0	29,1	10,5	5,8	Compacité moyenne à bonne

3.3.3 Essais de perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité réalisés ainsi que leur interprétation sont repris dans le tableau suivant :

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)	Perméabilité retenue (m/s)
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020					
SD11	Essai LEFRANC	0,50 – 1,5	Remblais	3,0 E-8	3,0E-8
SD12	Essai LEFRANC	3,5 – 4,5	Sables de Fontainebleau	5,1 E-7	1,0E-5

Il s'agit d'essais de perméabilité ponctuels, n'intéressant qu'un volume de sol limité à l'encaissant immédiat de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la granulométrie du sol. Seul un essai de pompage permettra d'estimer une perméabilité en grand du terrain.

3.4 Essais en laboratoire

3.4.1 Identification des sols

Les résultats complets des essais de laboratoire sont fournis sous forme de fiches et procès-verbaux en annexe n°5.

Les principaux résultats des essais d'identification sont repris dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur de l'échantillon (m/TN)	Nature du terrain	Résultats			
			w (%)	< 80 mm	VBS	Classe GTR
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020						
SC1	0,8 à 1,5	Remblais	18,1	64,0	1,7	A1
SC2	0,8 à 1,5	Remblais	16,9	43,8	1,5	A1

3.4.1 Agressivité des sols et de la nappe vis-à-vis des bétons

Les échantillons de sols et la nappe ont été prélevés à des fins d'analyse en laboratoire concernant l'agressivité des sols et de la nappe vis-à-vis des bétons.

Les analyses sont réalisées pour répondre aux exigences de la norme EN 206-1, comprenant :

- Sur échantillon « Sol » :
 - Mesure du dosage en sulfates,
 - Mesure de l'acidité Bauman Gully.
- Sur échantillon « Eau » :
 - Mesure du pH, résistivité, cations, anions, CO₂ agressif.

Les résultats de ces analyses figurent dans les tableaux ci-après.

3.4.1.1 Analyse sur Eau

Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)			Résultats obtenus	
	XA1	XA2	XA3	Sondage PZ1	Sondage PZ2
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020					
SO ₄ ²⁻ (mg/l)	≥ 200 et ≤ 600	>600 et ≤ 3 000	>3 000 et ≤ 6 000	810	410
pH	≤ 6.5 et ≥ 5.5	≤ 5.5 et ≥ 4.5	< 4.5 et ≥ 4.0	7,1	7,4
CO ₂ agressif (mg/l)	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation	4,4	11
Mg ²⁺ (mg/l)	≥ 300 et ≤ 1 000	>1 000 et ≤ 3 000	> 3 000 jusqu'à saturation	81	7,2

3.4.1.2 Analyse sur Sol

Caractéristique chimique	Seuils (Norme NF EN 206-1)		
	XA1	XA2	XA3
SO ₄ ²⁻ (mg/kg) ^{a)} total	≥ 2 000 et ≤ 3 000 ^{b)}	> 3 000 ^{b)} et ≤ 12 000	> 12 000 et ≤ 24 000
Acidité (ml/kg)	> 200 Baumann Gully	N'est pas rencontré dans la pratique	

a) Les sols argileux dont la perméabilité est inférieure à 10⁻⁵ m/s peuvent être classés dans une classe inférieure.

b) La limite doit être ramenée de 3 000 mg/kg à 2 000 mg/kg, en cas de risque d'accumulation d'ions sulfate dans le béton due à l'alternance de périodes sèches et de périodes humides, ou par remontée capillaire.

Caractéristique chimique	Résultats obtenus	
	Sondage	Degré d'agressivité
Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020		
Résultats obtenus	PZ1	XA2
	PZ2	XA1

3.5 Fondations des bâtiments existants

Le plan d'implantation des fouilles de reconnaissance est fourni en annexe n°3.

Fouille F1

Cette fouille n'a pas été réalisée à cause des conditions d'accessibilités.

Fouille F2 – Réalisée sur la façade Ouest du bâtiment C

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	-	0

Cette fondation est encastree à plus de 1.30 m par rapport au terrain naturel actuel, probablement au sein des Sables de Fontainebleau. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F3 - Réalisée sur la façade Ouest du bâtiment D

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	-	0

Le mur du bâtiment existant en pierre repose sur un prolongement de mur jusqu'à environ 1.7 m de profondeur/TN. Ce mur repose sur une fondation dont le niveau bas n'a pas été reconnu dans le cadre de cette étude. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F4 - Réalisée sur le mur Ouest du bâtiment C

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	-	0

Le mur du bâtiment existant en pierre repose sur un prolongement de mur jusqu'à environ 1.7 m de profondeur/TN. Ce mur repose sur une fondation dont le niveau bas n'a pas été reconnu dans le cadre de cette étude. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F5 - Réalisée sur la façade Nord du bâtiment

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	50	0

Cette fondation est encastree de 50 cm par rapport au terrain naturel actuel au sein des limons sableux (remblais). Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F6 - Réalisée sur la façade Ouest du bâtiment A

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	50	0

Le mur du bâtiment existant en pierre se prolonge du terrain naturel jusqu'à 1.5 m, ensuite repose sur une fondation en béton, d'une hauteur de 30 cm et d'une largeur 50 cm. Cette fondation est encastree de 2.3 m de profondeur par rapport au terrain naturel actuel au sein du Sable de fontainebleau. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F7 - Réalisée sur la façade Nord du bâtiment mitoyen

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	-	0

Le mur du bâtiment existant en pierre repose sur un prolongement de mur jusqu'à environ 1.3 m de profondeur/TN. Ce mur repose sur une fondation dont le niveau bas n'a pas été reconnu dans le cadre de cette étude. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F8 - Réalisée sur la façade Nord du bâtiment mitoyen

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	-	0



Le mur du bâtiment existant en pierre repose sur un prolongement de mur jusqu'à environ 1.3 m de profondeur/TN. Ce mur repose sur une fondation dont le niveau bas n'a pas été reconnu reconnue dans le cadre de cette étude. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F9 - Réalisée sur la façade Nord du bâtiment mitoyen

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	50	70	0.25

Cette fondation est donc encastree de 0.70 m par rapport au terrain naturel actuel et est ancrée de 0.70 m dans les limons sableux marron. Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

Fouille F10 - Réalisée sur la façade Nord du bâtiment mitoyen

Nature de la fondation	Coupe AA'		
	Largueur (cm)	Epaisseur (cm)	Débord (cm)
Semelle filante	30	30	0

Le mur du bâtiment existant en pierre repose sur une fondation en béton, d'une hauteur 50 cm et d'une largeur 30 cm. Cette fondation est encastree de 50 cm par rapport au terrain naturel actuel au sein des limons sableux (remblais). Aucune venue d'eau n'a été observée lors de la réalisation de la fouille.

La géométrie précise de la fondation mise en évidence figure en annexe 5.

Nous rappelons que les reconnaissances sont faites de manière ponctuelle et ne peuvent présager de l'homogénéité des structures enterrées sur les linéaires concernés en rapport avec celles mises en évidence au droit des zones ouvertes lors des investigations. Par ailleurs, notre mission n'inclut pas de vérification de sur la capacité structurelle des fondations (résistance du béton, ferrailage) et la solidité des structures en élévation.

4 SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

4.1 Synthèse lithologique

Le tableau suivant regroupe l'ensemble des données pour chaque sondage et par zone d'homogénéité :

Campagne G1 ES et PGC – Mai 2020											
Horizon / Sondage		SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SD6	SD7	SD8	SD9	SD10
H1 – Remblais	P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C	127,2	129,6	128,6	128,3	129,2	129,9	128,1	128,9	129,2	127,6
	E	2,1	2,4	1,1	2,0	1,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
H2 – Sables de Fontainebleau	P	2,1	2,4	1,1	2,0	1,1	1,1	2	2,0	2,0	2,0
	C	125,1	127,2	127,5	126,3	126,3	128,1	126,1	126,9	128,1	125,6
	E	7,9	10,6	10,1	9,2	11,4	11,4	9,5	10,5	9,5	9,2
H3 – Argiles à Corbules/Marnes à Huitres	P	10	13,0	11,2	11,2	12,5	13,5	11,5	12,5	11,5	1,0
	C	117,2	116,6	117,4	117,1	116,7	116,4	116,6	116,4	117,7	116,4
	E	1,2	0,9	1,8	1,8	1,4	1,5	2,0	1,5	1,5	1,9
H4 -Calcaire de Sannois	P	11,2	13,9	13,0	13,0	13,9	15,0	13,5	14,0	14,0	2,9
	C	116,0	115,7	115,2	115,3	115,3	114,9	114,6	114,9	114,9	114,5
	E	4,8	4,3	3,5	3,5	4,1	4,5	2,0	4,0	4,0	4,5
H5 – Argiles Vertes	P	16	18,2	16,5	16,5	18,0	19,5	15,5	18,0	18,0	7,4
	C	111,2	111,4	111,8	111,8	111,2	110,4	112,6	110,9	110,9	111,6
	E	2,5	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	4,5	3,0	3,0	4,0
H6 – Marnes Supragypseuses	P	18,5	19,8	19,5	19,5	21,0	22	20,0	21,0	20,0	11,4
	C	101,9	103,5	103,1	103,1	103,9	104,2	102,3	103,2	103,9	101,9
	E	6,81	5,3	5,76	4,2	4,2	3,7	5,8	4,7	5,4	5,8
Campagne G1 ES et PGC – Complémentaire (Novembre 2022)											
Horizon / Sondage		SP1	SP2	SP3	SP4	SP5					
H1 – Remblais	P	0		0	0	0					
	E	1.5	-	1.5	2.0	1.2					
H2 – Sables de Fontainebleau	P	2,1	0.4	1,1	1.3	1.2					
	E	8.3	7.6	12.0	12.3	10.6					
H3 –Marnes à Huitres	P	9.8	8.0	13.5	13.6	11.8					
	E	8.3	7.6	>6.7	>6.6	>8.2					
H4 -Calcaire de Sannois	P	18.1	15.6	-	-	-					
	E	>1,9	>5.6								

Avec : P : profondeur du toit de la couche en m
C : cote NGF du toit de la couche
E : épaisseur de la couche en m.



4.2 Synthèse et analyse géomécaniques

4.2.1 Synthèse

Les caractéristiques qui pourront être retenues dans les calculs au stade de l'avant-projet sont présentées dans le tableau suivant :

Horizon	Base de l'horizon	Pression Limite nette p_l^* (MPa)	Module Pressiométrique E_M (MPa)	Coefficient rhéologique α
	m/TN actuel			
H1 – Remblais	1 à 2.2	0.4	4	0.67
H2 – Sables de Fontainebleau	8.0 à 13.6	1.1	13	0.5
H3 – Marnes à Huitres	15.6 à 20	1.2	19	0,5
H4 -Calcaire de Sannois	19,5 à 21.2	2,2	19	0,5
H5 – Argiles Vertes	22	1,3	10	0,67
H6 – Marnes Supragypseuses	> 25	2,2	18	0,5

✓ Pour la pression limite, il a été retenu la moyenne arithmétique diminuée d'un demi écart type arrondie, limitée à 1.5 fois la plus petite valeur.

✓ Pour le module pressiométrique, il a été retenu la moyenne harmonique arrondie.

4.2.2 Analyse

Les remblais du site reconnus jusqu'à 2.2 m/TN présentent des caractéristiques mécaniques médiocres. On évitera d'y fonder les ouvrages à créer ;

Les sables de Fontainebleau (fin de la formation entre 8 et 13.6), les **Marnes à huitres** (fin de la formation entre 15.6 et 20 m), le **Calcaire de Sannois** (fin de la formation entre 19.5 et 21.2), les **argiles vertes** (fin de formation vers 22 m/TN), et les **Marnes Supragypseuses** (fin de formation entre 25.1 et 25.8 m/TN) présentent des caractéristiques mécaniques moyennes à très élevées. Ces horizons sont susceptibles des recevoir des fondations des bâtiments à créer.

Le terrain comporte du rocher. Le toit rocheux présente souvent un niveau irrégulier, entraînant des sujétions d'exécution : surprofondeurs locales, pontages, raidissement, terrassement nécessitant l'emploi de brise-roche, d'éclateurs ou d'explosifs.

4.3 Hydrogéologie

La nappe phréatique a été rencontrée vers 1.7 à 2.0 m de profondeur /T.N.

Etant donné que le projet prévoit la réalisation de deux à trois niveaux de sous-sol, des terrassements en déblais, la présence de cette nappe devra être prise en compte dans la définition du projet, en fonction du niveau de protection choisi par le maître d'ouvrage.

Il est nécessaire de prévoir un suivi du niveau d'eau au droit du piézomètre installé pour définir le niveau statique de la nappe ainsi que ses fluctuations, au vu de sa proximité avec le niveau bas du projet.

Le niveau des P.H.E (Plus Hautes Eaux) doit être déterminé par la réalisation d'une étude hydrogéologique spécifique. Cette étude pourra être confiée à un bureau d'étude spécialisé.



4.4 Protection des ouvrages vis-à-vis de l'agressivité de l'eau et des sols

Le résultat des mesures d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton (EN 206-1) figure dans le tableau synthétique ci-dessous :

Désignation	Sondage	Sondage
Classe d'environnement	Pz1	XA2
	Pz2	XA1

Légende :
 XA1 : faible agressivité chimique
 XA2 : agressivité chimique modérée
 XA3 : forte agressivité chimique.

Le résultat des mesures d'agressivité des sols vis-à-vis du béton (EN 206-1) figure dans le tableau synthétique ci-dessous :

Désignation	Sondage	Sondage
Classe d'environnement	Pz1	XA2
	Pz2	XA1

Légende :
 XA1 : faible agressivité chimique
 XA2 : agressivité chimique modérée
 XA3 : forte agressivité chimique

☞ En conséquence, et suivant le résultat des mesures d'agressivité du sol et de la nappe vis-à-vis du béton, il conviendra d'employer une formulation du béton répondant à la classe **d'agressivité XA2 minimum.**

4.5 Existants à démolir

Nous rappelons qu'il existe de nombreux ouvrages à démolir avant l'établissement des plateformes.

Les fondations des ouvrages à démolir devront être purgées intégralement en limitant au maximum le remaniement des sols en dessous. Les fouilles des purges seront comblées par des matériaux granulaires insensibles à l'eau correctement compactés.

Les nouvelles fondations devront être établies au-dessous des remblais de comblement et des niveaux d'assise des anciennes fondations.

Nous préconisons un calepinage précis des purges / substitutions pour anticiper d'éventuelles adaptations pour l'exécution des ouvrages géotechniques.

5 RECOMMANDATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Textes réglementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour définir les prédimensionnements et recommandations fournis :

- ✓ AFNOR P 11-211 – DTU 13.11 Fondations superficielles et AFNOR P 11-711 - DTU 13.12 Règles pour le calcul des fondations superficielles ;
- ✓ AFNOR NF P 11-213 – DTU 13.3 Dallage, Conception, calcul et exécution – Partie 2 (mai 2007) ;
- ✓ NF P 94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) / Eurocode 7 ;
- ✓ AFNOR NF P 11-213 – DTU 13.3 Dallage, Conception, calcul et exécution – Partie 2 (mai 2007) ;
- ✓ NF P 94-282 – « Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement – Ecrans ».

5.2 Principe de fondation

↳ Système de fondations

Une fois les soutènements réalisés, l'ensemble des fonds de fouilles du niveau R-2 devront se situer au sein des **Sables de Fontainebleau** de l'horizon H2, présentant des caractéristiques mécaniques moyennes et homogènes. Le fond de fouille du niveau R-3 devrait se situer soit au sein des Sables de Fontainebleau de l'horizon H2 ou au sein des Marnes à huîtres de l'horizon H3 présentant aussi des caractéristiques mécaniques moyennes et très homogènes.

Compte tenu des éléments précédents, et pour le projet décrit ci-avant, il pourra être envisagé un système de **fondation superficielle par appuis isolés / continus ou radier général**, ancrés dans l'horizon H2 (Sables de Fontainebleau) reconnu à partir de 1.0 à 2.2 m/TN actuel ou au sein de l'horizon H3 (Marnes à huîtres) reconnu à partir de 8.0 à 13.6 m/TN actuel.

Les radiers devront être dimensionnés en prenant en compte la sous-pression de l'eau.

Alternativement et pour les charges lourdes, il pourra être réalisé des fondations profondes, par pieux, ancrés dans l'horizon **H3-Marnes à Huîtres ou H4-Calcaire de Sannois**. Ces pieux pourront être réalisés depuis le fond de fouille, si celui-ci est accessible pour un engin de forage de grandes dimensions, ou depuis le TN actuel, avant terrassement. Nous attirons cependant l'attention que dans ce cas, les pieux devront être recépés sur de grandes hauteurs, avec les risques que cela comporte (endommagement, casse, etc).

5.2.1 Faisabilité du niveau bas

Compte tenu de la lithologie des sols attendues en fond de fouille et la présence de la nappe phréatique, **le niveau bas des constructions devra être traité en plancher porté sur vide sanitaire et non pas sur terre-plein.**

5.3 Justification des fondations superficielles

5.3.1 Règlements utilisés

Les recommandations et justifications des prédimensionnements ont été faites conformément à la norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles.

5.3.2 Etats limites de résistance du sol

La contrainte de rupture q_{net} sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_{\delta} \cdot i_{\beta} \cdot k_p \cdot p_{le}^*$$

avec :

- i_{δ} : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ($i_{\delta} = 1$ si la charge est verticale),
- i_{β} : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus β , ($i_{\beta} = 1$ si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : $d > 8B$),
- k_p : facteur de portance (pris égal à 0.8 en première approximation),
- p_{le}^* : pression limite nette équivalente ≈ 1100 kPa.

Par application numérique, on obtient :

$$q_{net} = 880 \text{ kPa}$$

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v,d} = A' \cdot q_{net} / (\gamma_{R;d,v} \cdot \gamma_{R,v})$$

avec :

- A' : surface effective de la base de la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d,v}$: coefficient partiel de modèle associé à la méthode de calcul utilisée pour la détermination de q_{net} (ici, il s'agit de la méthode pressiométrique),
- $\gamma_{R,v}$: coefficient partiel permettant le calcul de la portance.

Etat limite	Situations	$\gamma_{R;d,v}$ (spécifique à la détermination de q_{net} à partir de la pression limite pressiométrique)	$\gamma_{R,v}$
ELU	Durables et transitoires	1.2	1.4
	Accidentelles	1.2	1.2
ELS	Quasi-permanentes	1.2	2.3
	Caractéristiques	1.2	2.3

Selon de la norme NF P94-261, il faudra s'assurer que :

$$R_{v,d} \geq V_d - R_0$$

$$\text{Avec } V_d : \quad \text{et } R_0$$

R_0 : Poids du volume de sol au-dessus de la fondation après travaux (= 0 en négligeant l'encastrement).
 V_d : descente de charge.

Contraintes à retenir en phase avant-projet

Etat limite		ELU		ELS	
Situations		Durables et transitoires	Accidentelles	Quasi-permanentes	Caractéristiques
Contraintes admissibles maximales $R_{v;d}/A'$ (kPa)	Calculée	523	611	318	318
	Retenue	520	610	315	315

Lorsque les semelles sont soumises à des efforts inclinés, il convient de tenir compte du coefficient de réduction de portance i_δ , calculé à l'aide de la formule de l'annexe D de la norme NF P 94-261 pour des sols au comportement à la fois frottant et/ou cohérent.

Contraintes admissibles à retenir en phase avant-projet :

Exemple	Fondation par semelle isolée carrée ancrée de 0.50m au sein de l'horizon H2 - Sables de Fontainebleau			
Largeur	2.5	3.0	3.5	4.0
Charges admissibles verticales centrées $R_{v;d}$ à l'ELSqp (kN)	1968	2835	3858	5040

5.3.3 Tassements

Il sera possible de calculer plus précisément les tassements une fois connues les descentes de charges précises du projet. Ces calculs pourront se faire dans le cadre de la mission de type G2 phase AVP ou PRO.

5.3.4 Efforts horizontaux - État limite ultime de glissement

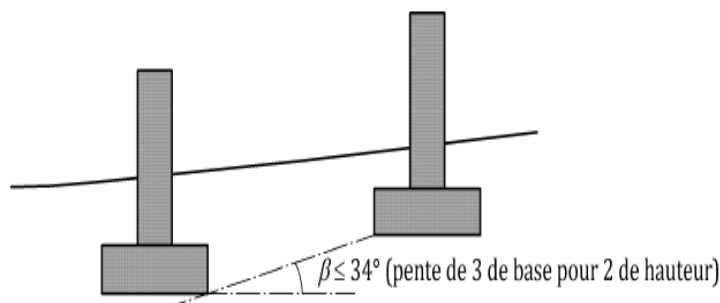
La vérification sera faite vis-à-vis des **états limites ultimes**. Si les efforts horizontaux sont intégralement repris par les forces de frottement s'exerçant à l'interface entre le sol et la fondation, la justification pourra être faite, selon le cas, conformément aux prescriptions de l'article 6.5.3. de l'Eurocode 7, « Calcul géotechnique, partie 1 ».

Si nécessaire, la réaction du sol sur les faces latérales de la fondation pourra être éventuellement prise en compte.

Cette justification pourra faire l'objet d'une mission complémentaire spécifique.

5.3.5 Sujétions particulières

Il conviendra de respecter la règle des 3/2 indiquée au paragraphe 8.1 de la norme NF P 94-261, à moins de dispositions particulières. Ce paramètre est notamment à respecter entre les fondations existantes (cave et mitoyens) et celles projetées.



5.4 Justification des fondations profondes

Comme évoqué précédemment, des fondations profondes pourront être mises en œuvre, que ce soit pour les fondations des appuis centraux des structures, ou pour la réalisation de l'enceinte de soutènement périphérique.

Ces pieux pourront être réalisés soit depuis le TN_{actuel} , soit depuis des plateformes provisoires aménagées pour le chantier, soit depuis le fond de fouille des bâtiments.

Nous fournissons ci-après les paramètres utiles au prédimensionnement de certains types de pieux.

5.4.1 Définition des fondations

Plusieurs techniques d'exécution de pieux sont envisageables et il appartient à l'entreprise, en fonction des moyens dont elle dispose et après visa du maître d'œuvre concepteur du projet de définir la méthode la plus adaptée à la bonne exécution de ces fondations.

De plus, nous précisons que la plateforme devra être réceptionnée par l'entreprise qui réalisera les pieux avant mise en œuvre de la foreuse.

5.4.2 Règlements utilisés

La réalisation des pieux et les essais de contrôle à effectuer après réalisation devront être conformes aux préconisations de la norme d'application NF P 94-262 (Eurocode 7).

5.4.3 Paramètres de dimensionnement

Nous fournissons ci-après les paramètres de calculs à considérer pour :

- Des **pieux forés boue** (Classe 1, catégorie 2 selon l'Eurocode 7) ;
- Des **pieux forés à la tarière creuse** (Classe 2, catégorie 6 selon l'Eurocode 7) tubé avec double rotation.

Nature des terrains	Base de la couche (m/TA)	Frottement latéral						Effort de pointe	
		a	b	c	f _{sol}	α _{pieu-sol}	q _s (kPa)	Ple* (MPa)	k _{pmax}
H1 – Remblais	1 à 2.2	<i>Formation négligée</i>							
H2 – Sables de Fontainebleau	8.0 à 13.6	0.01	0.06	1.2	Q2	1.4 / 1.8	73* / 94*	1.1	1.10 / 1.65
H3 – Marnes à Huitres	15.6 à 20	0.008	0.08	3	Q4	1.5 / 1.6	131* / 139*	1.2	1.45 / 1.60
H4 -Calcaire de Sannois	19,5 à 21.2	0.008	0.08	3	Q4	1.5 / 1.6	146* / 156*	2.2	1.45 / 1.60
H5 – Argiles Vertes	22	0.003	0.04	3.5	Q1	1.25 / 1.5	54* / 65*	1.3	1.15 / 1.30
H6 – Marnes Supragypseuses	> 25	0.008	0.08	3	Q4	1.5 / 1.6	146* / 156*	2.2	1.45 / 1.60

* la valeur de q_s doit être neutralisée sur les hauteurs amenées à être terrassées.

Les pieux devront être ancrés d'au minimum trois fois leur diamètre dans la couche porteuse ou la valeur de K_p devra être réduite en conséquence.

Pour une mobilisation maximale du terme de pointe, l'ancrage devra atteindre cinq diamètres.

Selon de la norme NF P94-262, il faudra s'assurer que la capacité portante devra être inférieure ou égale à la charge de compression sur la fondation profonde F_{cd} tel que :

$$R_{v,d} \geq F_{cd}$$

D'autre part la capacité portante du pieu béton est d'autre part limitée par la résistance moyenne en compression du béton à 28 jours :

$$\sigma_{c,moy} = 0.3 \times k_3 \times f_{ck}^*$$

$$f_{ck}^* = \frac{\inf(C_{max}; f_{ck})}{k_1 k_2}$$

Ces vérifications devront être menées par le BE structure puis par l'Entreprise au stade EXE en intégrant les sollicitations composées et les tolérances d'excentrement.

Il conviendra de retenir ici une procédure de contrôle renforcé de la qualité et de la continuité du fût des pieux tel que préconisé par l'annexe Q de la norme NF P 94-262.

Cela implique que tous les pieux de l'ouvrage soient auscultés par la méthode A ou la méthode B, telles que présentées ci-dessous pour les ponts :

Tableau Q.1.1 Nombre minimal de pieux ou de barrettes à ausculter pour des contrôles renforcés d'intégrité des ponts

Ouvrages	Méthodes d'auscultation (1)	
	A	B
Nombre de pieux concernés	100 % par transparence (2)	80 % par transparence (2) + 30 % par impédance (3)
Notes : (1) Les procédures d'auscultation A ou B peuvent être appliquées indifféremment. (2) Selon la norme NF P 94-160-1 (méthode sonore par transparence). Dans ce cas, les tubes utilisés, de 40 mm de diamètre intérieur minimum, sont à placer de façon à ne pas nuire à l'enrobage des armatures principales des cages. (3) Selon la norme NF P 94-160-4 (méthode vibratoire par impédance). (4) Les normes de type NF EN se substitueront aux normes de type NF P 94-160 lorsqu'elles seront applicables.		

5.4.4 Exemples de prédimensionnement

À titre d'exemple, les capacités portantes suivantes peuvent être retenues pour des pieux réalisés depuis le fond de fouille du niveau R-2 et R-3, selon un modèle de terrain défavorable retenu (plus forte épaisseur des Sables de Fontainebleau et Marnes à huitres). Les résultats Foxta du prédimensionnement sont consultables en annexe 6.

Bâtiment R-2

Profondeur (m/TA) :		Foré Boue			Tarière creuse enregistrée		
Niveau d'ancrage (m/Fond de fouille)		11	12	13	11	12	13
Diamètre du pieu (m) :		0.6	0.8	1.2	0.6	0.8	1.2
Etats Limite Ultimes ELU (kN)	Combinaisons fondamentales	1705	2667	5219	1996	3087	5961
	Combinaisons accidentelles	1876	2934	5741	2196	3396	6558
Etats Limite de Service ELS (kN)	Combinaisons caractéristiques	1373	2129	4025	1613	2472	4615
	Combinaisons quasi-permanentes (Q_{ELS})	1122	1741	3291	1319	2021	3774
Contraintes aux ELS dans le béton (MPa)		<5.5	<5.5	<5.5	<5.5	<5.5	<5.5

Bâtiment R-3

Profondeur (m/TA) :		Foré Boue			Tarière creuse enregistrée		
Niveau d'ancrage (m/Fond de fouille)		11	12	17*	11	12	17*
Diamètre du pieu (m) :		0.6	0.8	1.2	0.6	0.8	1.2
Etats Limite Ultimes ELU (kN)	Combinaisons fondamentales	2121	3343	7944	2382	3734	8783
	Combinaisons accidentelles	2334	3678	8739	2620	4108	9662
Etats Limite de Service ELS (kN)	Combinaisons caractéristiques	1685	2626	6166	1894	2936	6818
	Combinaisons quasi-permanentes (Q_{ELS})	1378	2147	5041	1549	1479	5575
Contraintes aux ELS dans le béton (MPa)		<5.5	<5.5	<5.5	<5.5	<5.5	<5.5

* Une reconnaissance de 5 m sous l'assise prévisionnelle des fondations est indispensable pour ce type de dimensionnement. De ce fait, dans le cas où la formation des Marnes sprayeuses sera retenue comme horizon d'ancrage, Il sera nécessaire de réaliser des sondages de reconnaissance complémentaire plus profond afin de vérifier la continuité de la formation.



On rappelle que les valeurs ci-dessus sont indicatives, obtenues sous charges verticales centrées en compression, et qu'il appartient au maître d'œuvre concepteur du projet et/ou à l'entreprise de réaliser une approche quantitative en fonction des reconnaissances effectuées sur ce site et des moyens mis en œuvre ou prévus.

Le diamètre et la longueur réelle des pieux dépendront de leur profondeur d'ancrage et des charges à reprendre (à définir en mission G2 phase PRO à la réception des descentes de charges).

On s'assurera que la contrainte dans le béton ne dépasse pas la valeur limite requise (en général, 5.5 MPa).

Les pieux devront être armés en fonction des efforts auxquels ils seront soumis. Dans tous les cas, ils devront être armés au moins du ferrailage minimal imposé par la norme NF P 94-262.

5.4.5 Dispositions constructives

Cette exécution devra tenir compte de :

- Passage dans les remblais divers sur les épaisseurs variables dans le cas où les pieux seraient réalisés depuis le terrain naturel ;
- Passage dans les sables de Fontainebleau et marnes cohérentes pouvant contenir des blocs durs ;
- Ancrage à opérer au minimum dans les Sables de Fontainebleau (horizon N°2) mis en évidence à partir 2.2 m/TA au droit des sondages ;
- La réalisation de pieux sous le niveau de la nappe phréatique rencontrée à partir de 1.7 m/TA ;
- Présence de mitoyens au projet ;
- **La présence possible des vestiges des fondations des bâtiments existants qui seront a priori laissées en place.**

5.4.6 Effet de groupe – coefficient d'efficacité C_e

Nous supposons un entraxe supérieur à 3 diamètres entre pieux, et donc, aucun coefficient de groupe n'est pris en compte. Dans le cas échéant, il faudra considérer un facteur de réduction C_{eqs} . Cette vérification sera réalisée à la réception des plans de coffrage des fondations dans le cadre de la mission complémentaire G2 phase PRO.

5.4.7 Efforts parasites sur les pieux

Compte tenu des informations qui nous ont été communiquées, il n'a pas été considéré d'effort parasite sur les fondations profondes. Si tel ne devait pas être le cas, il conviendrait de revoir tout ou partie des prédimensionnements réalisés.

5.4.8 Comportement transversal des pieux

L'estimation du module linéique pour les sollicitations horizontales sera réalisée selon les préconisations de l'annexe I de la norme NF P 94-262.

Il conviendra de prendre en compte une réduction de la réaction du sol au voisinage de la surface. Le module linéique pour des sollicitations horizontales de courte durée d'application K_{fi} se calcule à partir de la formule suivante :

Pour $B < 0.6$ m :

$$K_f = \frac{12E_M}{\frac{4}{3}[2.65]^\alpha + \alpha}$$

Pour $B \geq 0.6$ m :

$$\frac{12E_M}{\frac{4}{3}\frac{B_0}{B}\left[2.65\frac{B}{B_0}\right]^\alpha + \alpha}$$

Le coefficient de réaction k_f correspond à $K_f = B \cdot k_f$.

L'entraxe des pieux étant supérieur à $3B$, aucune interaction entre les comportements des différents pieux n'est prise en compte.

5.4.9 Sujétions de conception et d'exécution

Il conviendra, de plus, de respecter les sujétions générales suivantes :

- La stabilité des parois du forage devra être assurée par l'utilisation d'outils adaptés au contexte géotechnique du site (mise en place d'un tube de travail...) ;
- **Le forage des pieux ne devra pas générer de désordres sur les avoisinants existants ou créer. Le battage, le vibrofonçage et l'utilisation de trépan devront être prohibés ;**
- L'ouvrage est concerné par la présence d'une nappe phréatique rencontrée à partir de 1.7 m/TA, il sera donc nécessaire de se prémunir du risque de corrosion des pieux ; **De même, la classe d'exposition du béton devra être adaptée aux classes d'agressivité des sols et eaux vis-à-vis du béton (classe XA2 minimum) ;**
- Les conditions d'exécution des pieux seront de la responsabilité de l'entreprise et devront être adaptées en fonction du contexte géotechnique général du site ;
- Une reconnaissance de 5 m sous l'assise prévisionnelle des fondations est indispensable pour ce type de dimensionnement ;
- A noter que dans les formations argileuses, des phénomènes de rétractation des argiles peuvent survenir, ce qui pourrait entraîner une diminution du diamètre du pieu en phase travaux et éventuellement coincer l'outil de foration. Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis de ces phénomènes ;
- La distance minimale entre deux pieux devra être au moins égale à 3 fois le diamètre du pieu. Sinon il faudra tenir compte d'un effet de groupe, dont la valeur pourra être déterminée dans le cas d'une étude complémentaire. ;
- L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs et fiches minimales requises ;
- Les pieux soumis à des efforts horizontaux ou des moments devront être armés en conséquence.

5.5 Terrassements généraux et ponctuels

D'après les informations fournis par la Maitrise d'Ouvrage, il est envisagé la création de nouveaux bâtiments avec deux à trois niveaux de sous-sol, sans détails supplémentaires à ce stade.

Les terrassements généraux vont avoir les conséquences suivantes :

5.5.1 Zone en déblai

- ☞ Pour la création de deux à trois niveaux de sous-sol, les travaux de terrassement atteindront l'horizon n°1 (Remblais) et l'horizon n°2 (Sables de Fontainebleau). L'horizon n°1 sera totalement décapé, et l'horizon n°2 le sera partiellement ;
- ☞ La nappe phréatique sera très probablement interceptée à environ 1.7 m/TN lors des travaux de terrassement, ce qui nécessitera des dispositions particulières d'épuisement qui devront être dimensionnés dans le cadre de la mission complémentaire G2-PRO.

5.5.2 Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les horizons n°1 (remblais, constitué de limons sableux) et n°2 (Sables de Fontainebleau) ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction.

Il n'a pas été rencontré de blocs ou d'affleurement rocheux au droit des sondages. Malgré tout, il est possible d'en rencontrer sur ce site, pouvant nécessiter l'emploi d'engins ou de procédés spéciaux (éclateur ou marteau pneumatique).

L'entreprise veillera à utiliser une méthodologie et des moyens matériels adaptés à l'environnement des ouvrages et réseaux enterrés situés à proximité.

5.5.3 Drainage en phase travaux

Les terrassements en déblai intercepteront une nappe vers 1.7 m/TN. Il sera donc nécessaire de mettre en place des dispositifs préalable pour le rabattement de cette nappe.

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme.

Nous recommandons la réalisation d'un essai de pompage de longue durée avant le démarrage des travaux, afin de déterminer la perméabilité des sols pour le calcul des débits de pompage dans la fouille.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique, si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.6 Protection vis-à-vis de l'eau

Il a été dit précédemment que la nappe phréatique avait été repérée dans les sondages vers 1.7 m de profondeur par rapport au terrain naturel. Le risque d'inondation du niveau bas par remontée intermittente de la nappe apparaît **certain**, compte tenu du nombre de sous-sol de prévu pour les bâtiments.



Pour se prémunir contre l'action des eaux, on devra avoir :

- ↳ **Le plancher bas devra être dimensionné pour reprendre les efforts de sous-pression hydrostatiques (avec ancrage par des micropieux si nécessaire),**
- ↳ **Cuvelage étanche de l'ensemble des sous-sols des bâtiments :**

En tout état de cause, quel que soit le système choisi, il faut prendre en compte pour le calcul des sous-pressions, non pas le niveau dynamique de la nappe après rabattement mais le niveau statique avant rabattement, c'est-à-dire le plus haut niveau d'eau rencontré sur site (1.7 m/TN).

Par ailleurs, en cas de réalisation d'un joint de construction ou de dilatation, il faudra mettre en place, entre les deux parties de l'ouvrage un joint étanche de type water-stop.

Dans tous les cas, le Maître d'Ouvrage devra accepter les sujétions liées à la surveillance et l'entretien des équipements mis en place.

Pour préciser les niveaux de référence de la nappe phréatique au sens de l'Eurocode ou du DTU 14.1, une enquête hydrogéologique, complétée par un suivi piézométrique, est à réaliser.

5.7 Reprise en sous-œuvre ou contre-œuvre et mitoyenneté

La réalisation du projet actuel implique l'exécution de déblais au voisinage immédiat de constructions existantes dont les fondations ont pour la plupart été reconnues dans le cadre de cette étude. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage. Le niveau bas des fondations de la **façade Ouest du bâtiment E** devra être reconnu en phase travaux lors de l'ouverture des fouilles de terrassement.

En fonction du niveau d'assise des fondations existantes, différents cas de figures se présentent à nous :

- **Mise en place de la nouvelle fondation à la même altitude que la fondation existante :**

Il convient de prendre en compte l'augmentation de la contrainte sous la fondation existante qu'induit la fondation nouvelle et d'évaluer si cette dernière est de nature à compromettre la solidité de l'ouvrage existant. En première approximation, on considère qu'une variation inférieure à 10 % de la valeur de la contrainte initiale est acceptable.

- **Mise en place de la nouvelle fondation au-dessus du niveau de la fondation existante :**

Cette solution est à proscrire au droit du projet.

- **Mise en place de la nouvelle fondation en-dessous du niveau de la fondation existante :**

Ce cas de figure est possible, mais est conditionné aux dispositions suivantes :

- Un décalage de l'implantation de la nouvelle fondation afin de respecter le rapport de 3/2 entre deux fondations voisines.
- Reprise en sous-œuvre de la construction existante jusqu'à la cote d'assise théorique de la nouvelle fondation, une solution par passes alternées ou par puit blindé pourra être envisagée pour la reprise en sous-œuvre.

Une analyse de risque devra impérativement être réalisée au stade d'exécution.

Si des soutènements ou une reprise en sous-œuvre s'avéraient nécessaires, ils devront faire l'objet d'une étude particulière qu'**INFRANEO** peut réaliser dans le cadre d'une mission spécifique.

Si une reprise en sous-œuvre des constructions mitoyennes est nécessaire, elle consistera en :

- ↳ une désolidarisation de l'ouvrage par joint de désolidarisation sur toute la hauteur y compris les fondations,
- ↳ un report des charges verticales au-dessous du niveau bas des terrassements sur une formation compacte, en l'occurrence la formation des Sables de Fontainebleau,
- ↳ un blocage du déplacement latéral possible des reprises, par des dispositifs adaptés (tirants ou butons par exemple),
- ↳ une mise en place d'un masque type voile béton.
- ↳ un maintien en place sans déformation de matériaux instables superficiels, par exemple par des techniques d'injections éventuelles.

Pour ces travaux de reprise en sous-œuvre, compte tenu de leur complexité et de leur interaction avec les structures existantes, nous recommandons d'adopter la méthode observationnelle, dans laquelle tout dimensionnement peut être réexaminé en cas de besoin au cours de l'exécution des travaux, en fonction des limites admissibles du comportement préalablement définies (cf. EUROCODE 7 – norme NF EN 1997-1).

5.1 Diagnostic géotechnique des fondations existantes

Sondage :	F2	F3	F4	F6
	Coupe AA'	Coupe AA'	Coupe AA'	Coupe AA'
Type de fondation :	Semelle Filante	Semelle Filante	Semelle Filante	Semelle Filante
Largeur de fondations estimée (m) : (=épaisseur du mur+2*débord)	0.3	0.3	0.3	0.5
Couche d'assise des fondations	Sable argileux	Niveau bas de la fondation non reconnu	Niveau bas de la fondation non reconnu	Sables argileux (Sables de Fontainebleau)
Pression limite nette de la couche d'assise (kPa) :	1100	1100*	1100*	1100
Contrainte de rupture q_{net} (kPa) :	880	880*	880*	880

*Formation d'ancrage supposée



5.1.1 Hypothèses de calcul

5.1.2 Portance des fondations existantes

Sondage	Charges admissibles maximales (verticales centrées) (KPa)	
	E.L.S. Caractéristique & Quasi-permanente	E.L.U. Durables et transitoires
F2 – Coupe AA'	315	500
F3 – Coupe AA'	315	500
F4 – Coupe AA'	315	500
F6 – Coupe AA'	315	500

5.1.1 Conclusion

Vis-à-vis des règles de calculs existantes sur lesquelles s'appuie la profession (norme NF P 94-261, norme d'application française de l'Eurocode 7 pour les fondations superficielles), les charges maximales autorisées sur les fondations reconnues au droit du bâtiment élémentaire sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Charges maximales autorisées (KN/ml)	
	E.L.S. Caractéristique & Quasi-permanente	E.L.U. Durables et transitoires
F2 – Coupe AA'	95	150
F3 – Coupe AA'	95	150
F4 – Coupe AA'	95	150
F6 – Coupe AA'	157	250

Il conviendra de vérifier que les descentes de charges futures (descentes de charges actuelles + surcharges dues au projet) restent inférieures à la charge maximale autorisée sur les fondations (charges aux E.L.S.).

Dans le cas contraire, il conviendra de conforter les fondations existantes. Ce confortement pourra consister en un élargissement et/ou approfondissement de ces fondations.

Nous rappelons que l'apport d'une charge supplémentaire sur les fondations existantes conduira à provoquer une déformation complémentaire du sol d'assise et de celles-ci (tassements absolus et différentiels). Cette déformation pourrait entraîner une fissuration jusqu'à stabilisation de la structure.

☞ **Ce diagnostic devra être complété d'un diagnostic structurel.**

5.2 Soutènement

Le projet prévoit de réalisation de deux à trois niveaux de sous-sol. À ce stade de notre étude, nous n'avons pas d'informations précises sur la hauteur sous plafond des différents niveaux de sous-sol. Néanmoins, nous supposons à ce stade que la création d'un niveau de sous-sol conduira à l'exécution d'une fouille jusqu'à une profondeur de l'ordre de 3.0 m/TN, soit de l'ordre de 6.0 m/TN pour deux niveaux de sous-sol et 9,0 m/TN pour trois niveaux de sous-sol, recoupant des matériaux dont il conviendra d'assurer la stabilité.

Les travaux de terrassement recouperont donc les remblais du site reconnus jusqu'entre 1 à 2.2 m/TN (matériaux de cohésion quasi-nulle) et les Sables de fontainebleau reconnus jusqu'entre 8 à 13.6 m/TN (matériaux de cohésion moyenne). Ces travaux de terrassement pourront aussi atteindre la formation des Marnes à huitres (matériaux de cohésion moyenne) dont le toit se situe entre 8 et 13.6 m/TN au droit du site.

Compte-tenu de la nature du sol, les terrassements pourront être réalisés avec des moyens traditionnels. Toutefois, la présence de blocs et/ou niveaux indurés au sein des Marnes et Caillasses nécessitera certainement l'utilisation de matériel désagrégateur (type BRH).

Un pompage permanent devra être assuré lors des travaux, afin d'assurer un fond de fouille sec à tout moment.

Au stade de notre étude actuelle, et compte tenu de la nature du sol en place, il pourra être envisagé pour la réalisation des fouilles des sous-sols, un système de soutènement étanche de type « **Paroi moulée ou Pieux sécants** » ancrée au sein des Sables de Fontainebleau ou les Marnes à huitres, et butonnée phase provisoire.

Dans le cas où cette solution serait retenue, nous insistons sur l'importance d'une réalisation et d'une justification soignée (méthodologie, note de calcul, vérification de sa stabilité durant toutes les phases du terrassement, etc...) qui devront recevoir l'agrément préalable du Bureau de Contrôle et du BET géotechnique en charge de la mission G4.

De plus, les terrains instables feront l'objet d'un blindage provisoire jointif.

En tout état de cause, il est exclu de réaliser un terrassement, ou des fondations, sans assurer la stabilité de la construction avoisinante par un dispositif adapté pour interdire tout mouvement, quelle que soit la phase de mise en œuvre du projet.

Une attention toute particulière sera apportée à la mise en œuvre des butons en phase de terrassement. L'angle d'inclinaison, le système de fixation sur les voiles et la transition des butons provisoires vers les planchers définitifs devront être précisément justifiés, préalablement au début des travaux.

On s'assurera que les semelles de butons soient correctement fondées dans les sols en place et reprennent bien les efforts verticaux et la butée.

Les semelles des butons seront soigneusement réalisées et on s'assurera qu'elles mobilisent effectivement les contraintes verticales et la butée des terrains en place.

Pour le dimensionnement des ouvrages de soutènement, on retiendra les paramètres à long terme suivants, obtenus par déduction en fonction des résultats des essais pressiométriques et de notre degré de connaissance du terrain :

Nature des sols	Poids volumique (kN/m ³)(*)	ϕ' (degré)(*)	c' (kPa)(*)
H1 – Remblais	17	30	0
H2 – Sables de Fontainebleau	19	25	0
H3 – Marnes à Huitres	20	20	10

Ces valeurs devront être impérativement confirmées dans les phases d'études ultérieures du projet.

Il sera nécessaire dans le cadre de la mission complémentaire G2-PRO, de réaliser des essais mécaniques en laboratoire afin d'affiner les valeurs des caractéristiques intrinsèques des différents horizons.

Il est exclu de réaliser les terrassements sans assurer la stabilité des fouilles et des ouvrages mitoyens par un soutènement adapté limitant tous déplacements nuisibles, tant en phases provisoire que définitive.

En phase exécution, nous recommandons vivement qu'un dispositif de suivi régulier des déplacements des parois créées soit mis en œuvre.

Il conviendra de définir les valeurs seuils et les moyens à mettre en œuvre en cas de dépassement, suivant les contraintes liées aux avoisinants.

5.3 Précautions particulières de conception et d'exécution

5.3.1 Fondations

Si des fondations doivent être fondées à des niveaux différents, on respectera la règle des 3/2, à moins de dispositions particulières. Ce paramètre est notamment à respecter entre les fondations existantes et celles projetées.

La largeur minimale des fondations sera de 0.4 m pour des semelles filantes et de 0.7 m pour des massifs isolés.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique, si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.3.2 Construction

Dans tous les cas où deux parties d'un même bâtiment seraient fondés de façon différente, ou encore présenteraient un nombre de niveaux sensiblement différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui risquent de se

produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

5.3.3 Précautions de mise en œuvre

Les poches molles ou décomprimées seront purgées et rattrapées par un gros béton.

Afin d'éviter une décompression du fond des fouilles et des rigoles de semelles, celui-ci devra être protégé immédiatement par un béton de propreté ou un matériau équivalent.

Les fondations devront être coulées immédiatement après terrassements et en pleine fouille.

Dans le cas d'une interaction avec la nappe, dans des sols peu perméables, on pourra procéder à un pompage à l'intérieur de la fouille avant mise en œuvre du béton. Dans le cas de fouille au sein de sols perméables, un blindage de travail devra être approvisionné sur chantier et utilisé en cas de mauvaise tenue des fouilles.

5.3.4 Eléments de structure

Les éventuelles parties du projet de charges différentes devront être séparées par un joint de rupture.

Il faudra prévoir avant tous travaux de reprise en sous-œuvre, ou de terrassement à proximité des fondations existantes, un système d'étalement ou de confortement interdisant tout mouvement des ouvrages, aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive.



6 ALEAS et RISQUES RESIDUELS

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique préalable, étude de site et principes généraux de construction (mission G1 ES/PGC). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 AVP permettant de vérifier les éléments suivants :

- Les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- Les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
- Une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique,
- La pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Toute anomalie (indice de cavité, présence des remblais, d'anciens vestiges, etc.) devra être signalée à **INFRANEO** pour éventuelles adaptations ou missions de diagnostic supplémentaires.

De manière générale, des contrôles sont préconisés sur tous les chantiers en phase travaux (fond de fouille, remblayage) ; ces contrôles s'intégreront dans le cadre du suivi de chantier (mission G3 ou G4).



7 CONDITIONS CONTRACTUELLES

1. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager **INFRANEO**.
2. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance de la construction ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie "*Présentation*" du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à **INFRANEO** afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
3. De même, des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple : hétérogénéité localisée, venues d'eau, etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.
4. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
5. Ce rapport vient clôturer la mission G₁ PGC qui nous a été confiée pour cette affaire.

Cette étude géotechnique d'avant-projet ne peut en aucun cas être utilisée comme document de conception au stade exécution. Nous attirons l'attention du Maître d'Ouvrage sur la nécessité de réaliser les missions successives G2 AVP, G2 PRO, G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entrepreneur) et G4 dans l'enchaînement prévu par la norme NF P 94-500.

INFRANEO reste entièrement à la disposition du Maître d'Ouvrage pour la réalisation de ces missions en phase de conception puis d'exécution.

ANNEXES

ANNEXE 1 : CONDITIONS GENERALES DE VENTE ET D'EXECUTION DES PRESTATIONS

Article 1. Principes généraux

1.1 Les présentes conditions régissent les prestations de la société **INFRANEO**. Les conditions générales de vente s'appliquent de plein droit, pour l'ensemble de nos agences, dans nos relations commerciales avec nos clients et partenaires. Aussi, toute commande ou demande de prestation passée par nos clients implique, à titre de conditions essentielles et déterminantes, l'acceptation sans réserve des dites conditions.

1.2 Les présentes conditions générales ne sont pas applicables dans le cas des marchés publics passés avec un organisme public. Les conditions sont alors régies par les documents contractuels propres au dossier de consultation (acte d'engagement, CCAP, CCAG...).

1.3 Toute disposition générale ou particulière figurant sur les documents commerciaux et/ou comptables du client qui serait contraire aux présentes conditions générales de vente est réputée nulle et non écrite. En cas de variations écrites apportées par nos clients aux stipulations initiales, nous ne nous considérons liés que sur nouvel accord écrit de notre part.

Article 2. Commandes

2.1 Le démarrage de l'étude interviendra uniquement après réception de la commande écrite. Un accord oral ne vaudra en aucun lancement officiel et n'engagera pas la planification des investigations de quelque nature que cela soit.

2.2 Toutes les pages de la proposition technique et financière doivent être paraphées. La dernière page doit être signée en précisant la date, le nom et la fonction du signataire, et porter la mention « bon pour accord ». Si le client souhaite joindre à la commande un formulaire qui lui est propre, l'ensemble des éléments suivants de notre document doivent alors y être mentionnés : nature des prestations, calendrier prévisionnel, conditions de facturation, conditions de paiement, adresse de facturation et de livraison (si différentes).

Article 3. Conditions, modalités et retard de paiement

3.1 Dates d'échéance :

Facturation à la commande : les honoraires de facturation à la commande sont payables à réception de facture. L'absence de réception de ce paiement constitue un motif d'arrêt immédiat des études.

Facturation intermédiaire et finale : sauf stipulations contraires, nos factures de prestations sont payables dans un délai de 60 jours suivant la date d'émission de la facture.

Facturation liée aux marchés publics : l'échéancier reste lié aux conditions du marché.

Les factures sont payables au siège social d'**INFRANEO** - 8 rue des Chênes Rouges - 91580 ETRECHY.

3.2. Mode de règlement : les factures seront réglées à échéance par chèque bancaire ou postal, par virement sur le compte de la société ou par traite. Dans tous les cas, les frais bancaires afférents restent à la charge du client.

3.3. Retard de règlement : à défaut de règlement suivant les conditions stipulées sur les factures, notre service administratif se verrait contraint de mettre en demeure le client par lettre recommandée. Le montant dû sera majoré des intérêts de retard. Cette majoration de plein droit est calculée sur la base du taux d'intérêt légal en vigueur majoré de 3 % (Loi 92-1442 du 31/12/1992) au prorata du nombre de jours de retard par rapport à l'échéance de la facture. De plus, les autres sommes qui pourraient être dues **INFRANEO** deviendront immédiatement exigibles et toutes les commandes en cours du client seront suspendues jusqu'au paiement intégral des sommes dont le client est redevable, sans préjudice de tous dommages et intérêts qui pourraient être réclamés au client. En plus de ces intérêts de retard, s'ajouteront des frais de relance à hauteur de 15% de la somme réclamée.

Article 4. Délais

4.1. Les délais d'exécution des missions ne sont donnés qu'à titre indicatif. Le dépassement de ces délais ne peut donner lieu à aucune retenue ou indemnité (sauf conditions particulières signées entre les parties).

L'engagement sur les délais prévisionnels ne peut être tenu qu'aux conditions que le client ne retarde pas l'action d'**INFRANEO** et que soit rapidement mis à disposition d'**INFRANEO** tout document nécessaire à la réalisation de sa mission.

4.2. Le calendrier prévisionnel transmis au sein de la proposition technique et financière d'**INFRANEO** court à partir de la réception en nos locaux de la commande écrite de la part du client (et des documents associés tel l'éventuel acompte ...).

Article 5. Confidentialité

INFRANEO s'engage à traiter comme confidentielles toutes les informations obtenues dans le cadre de ses missions chez ses clients. Elles ne pourront faire l'objet de publication, même diffusion restreinte, sans accord préalable du client.

Article 6. Responsabilités

INFRANEO apportera tous ses soins et son expérience à la mission qui lui sera confiée et ne pourra être tenue responsable des erreurs relevant de l'insuffisance ou inexactitude des renseignements fournis par le donneur d'ordre ou des études non réalisées par **INFRANEO**.

Article 7. Clause résolutoire

Dans le cas où les études seraient arrêtées pour une cause indépendante à **INFRANEO**, le client doit aviser notre société 15 jours à l'avance afin qu'elle puisse prendre ses dispositions sur le personnel concerné et sur le coût des frais réels engagés. L'information par le client devra être adressée par lettre recommandée avec accusé de réception.

La facturation de l'étude se ferait, dans ce cas, au prorata de son état d'avancement.

Article 8. Attribution de juridiction

L'interprétation et l'exécution des présentes conditions générales de vente ainsi que toutes les prestations de service qui en découleront seront soumises au Tribunal compétent d'Evry.

ANNEXE 2 :

CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- ↳ Les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif,
- ↳ Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique,
- ↳ L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- ↳ Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- ↳ Toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception phase AVP / PRO ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception phase DCE / ACT lui est confiée,
- ↳ Une mission d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente n01me. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Extrait NF P 94-500—Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet	pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le	Influence de cet élément géotechnique sur les risques	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Etude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire. Les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE/ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et estimatif, planning prévisionnel)
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

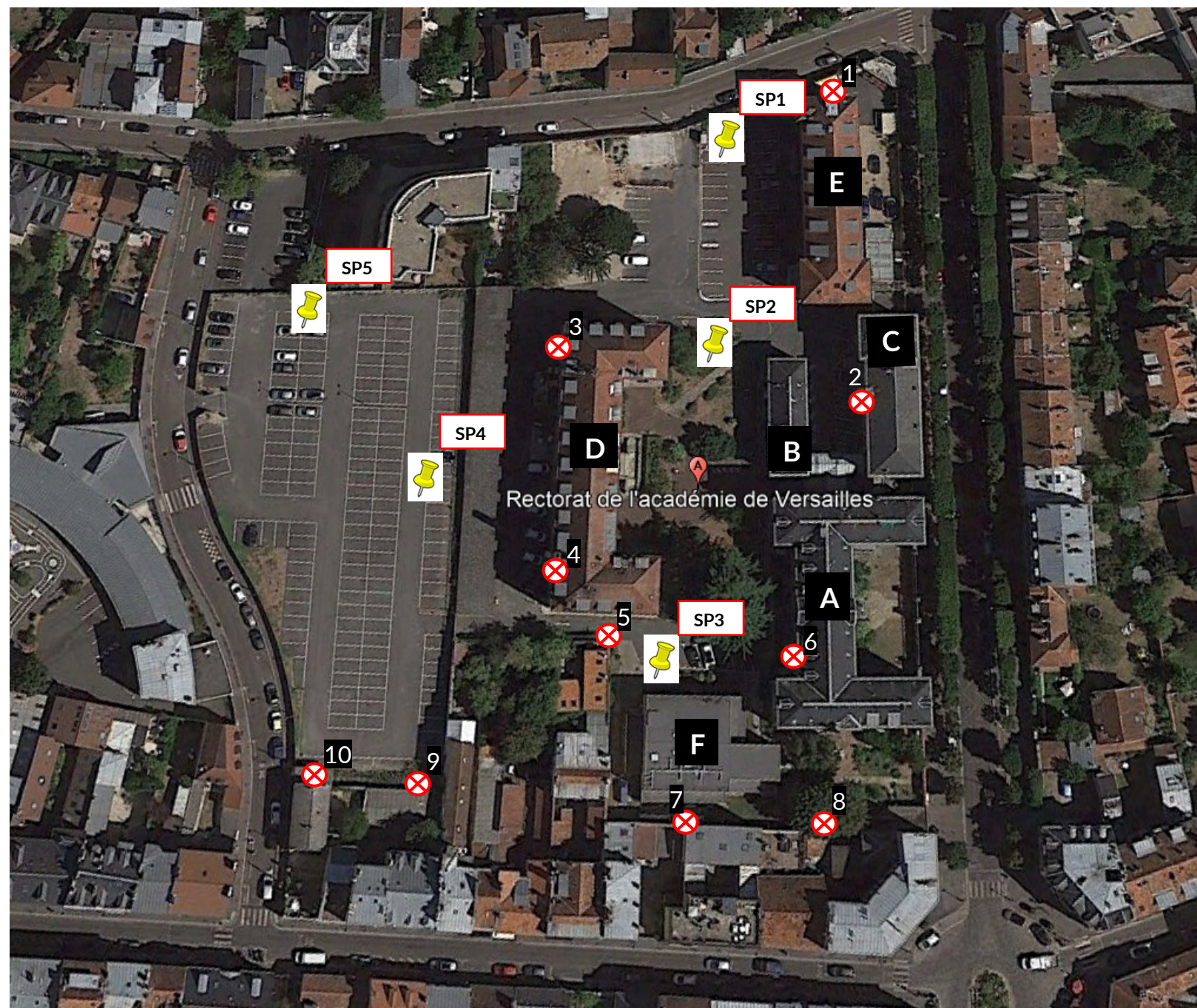
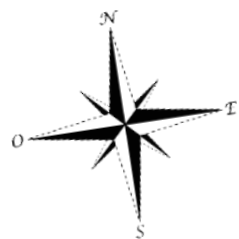
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 3 :

SCHEMA D'IMPLANTATION DES INVESTIGATIONS IN-SITU



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



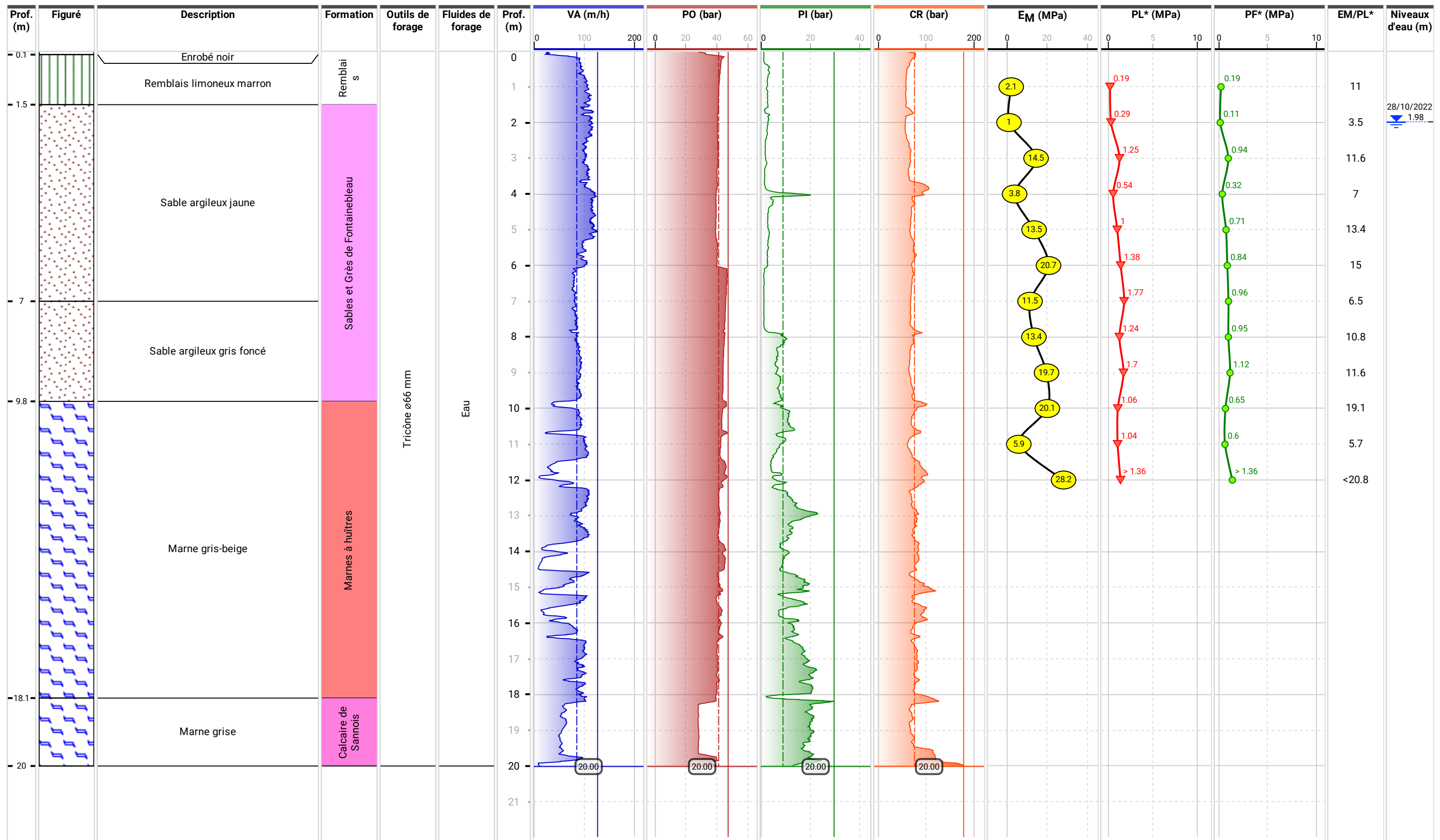
Légende

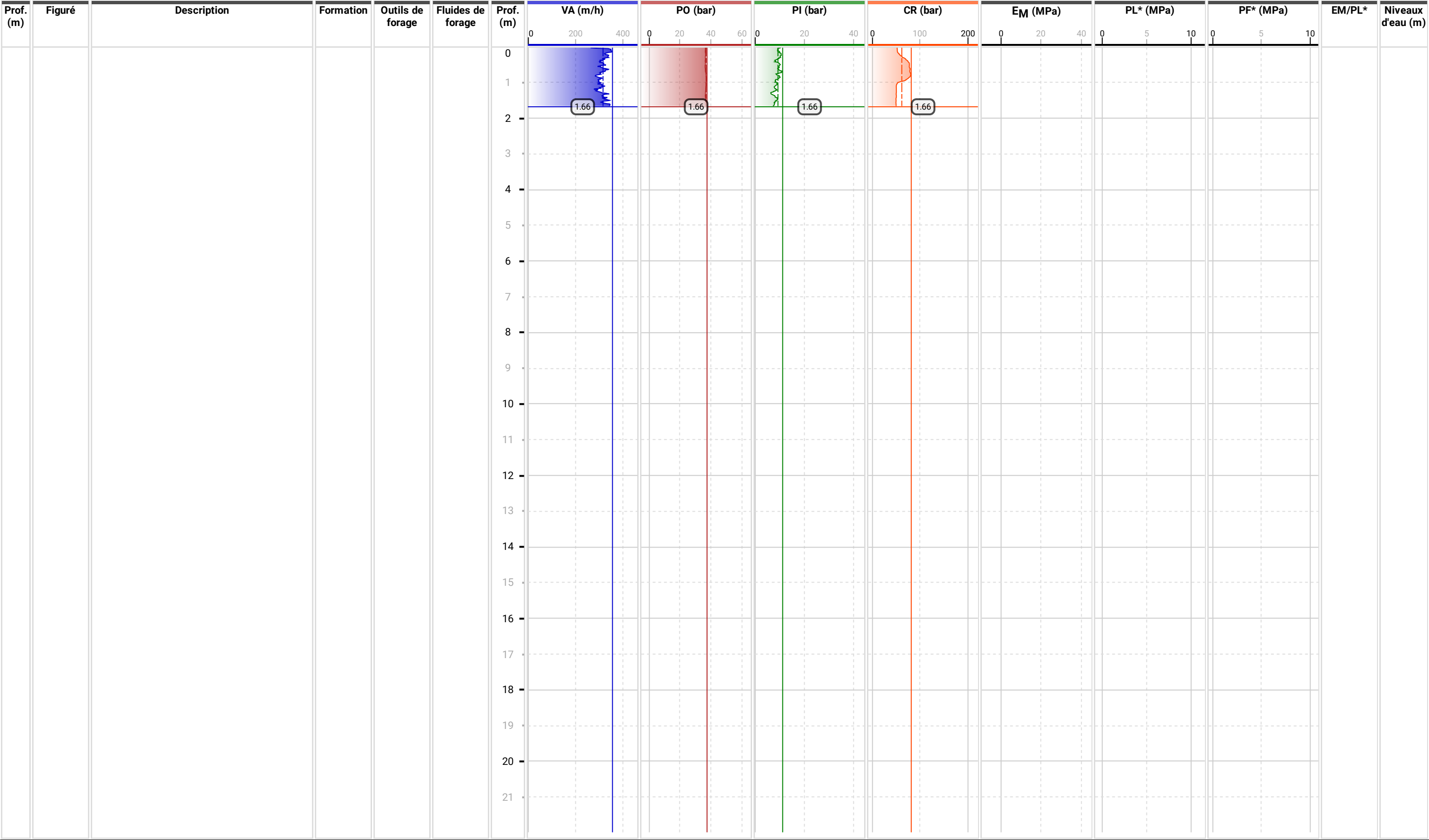
 Sondage pressiométrique.

 Fouilles de reconnaissance de fondation.

ANNEXE 4 :
RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU
MISSION G1 ES/PGC - COMPLEMENTAIRE





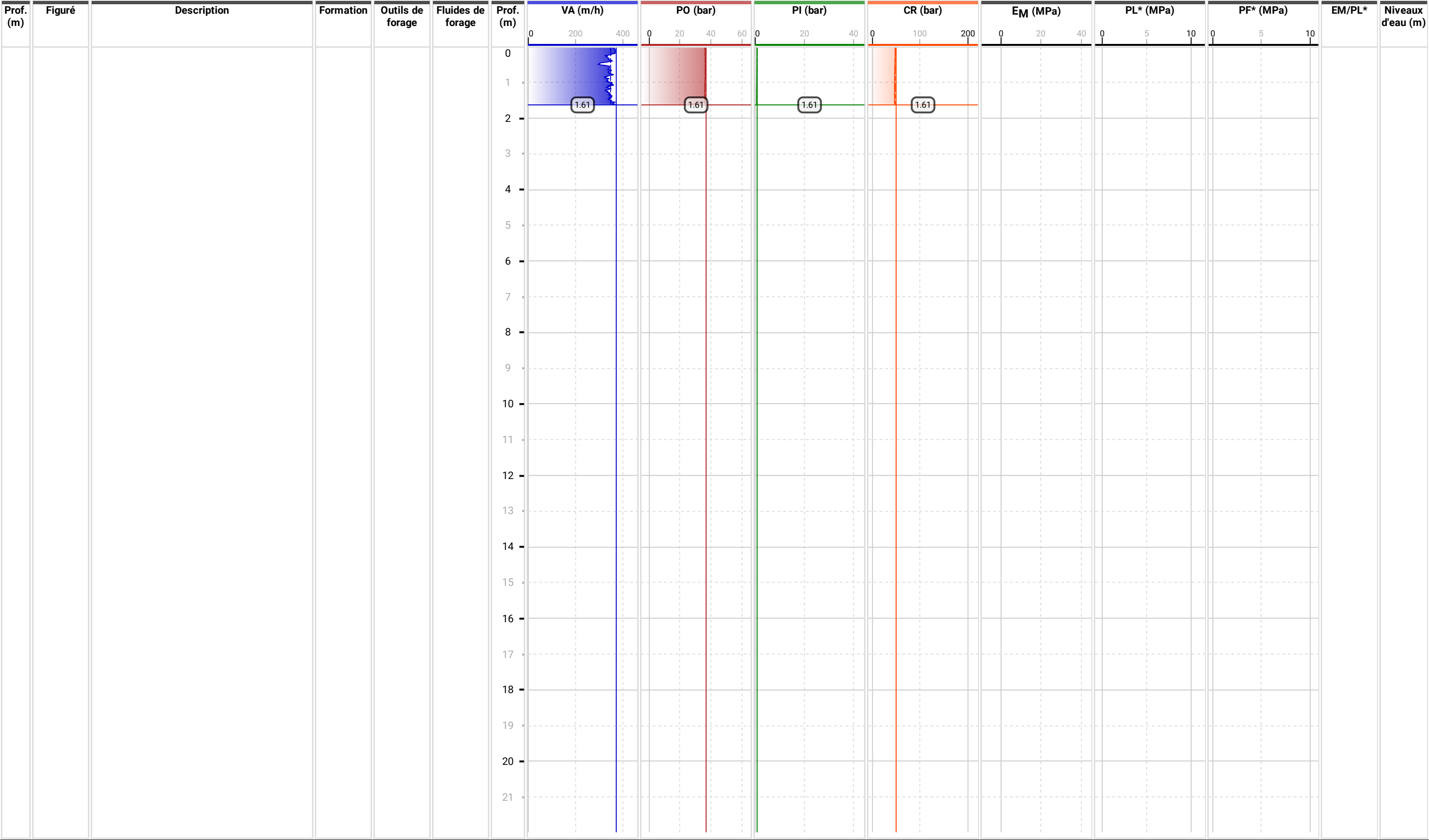


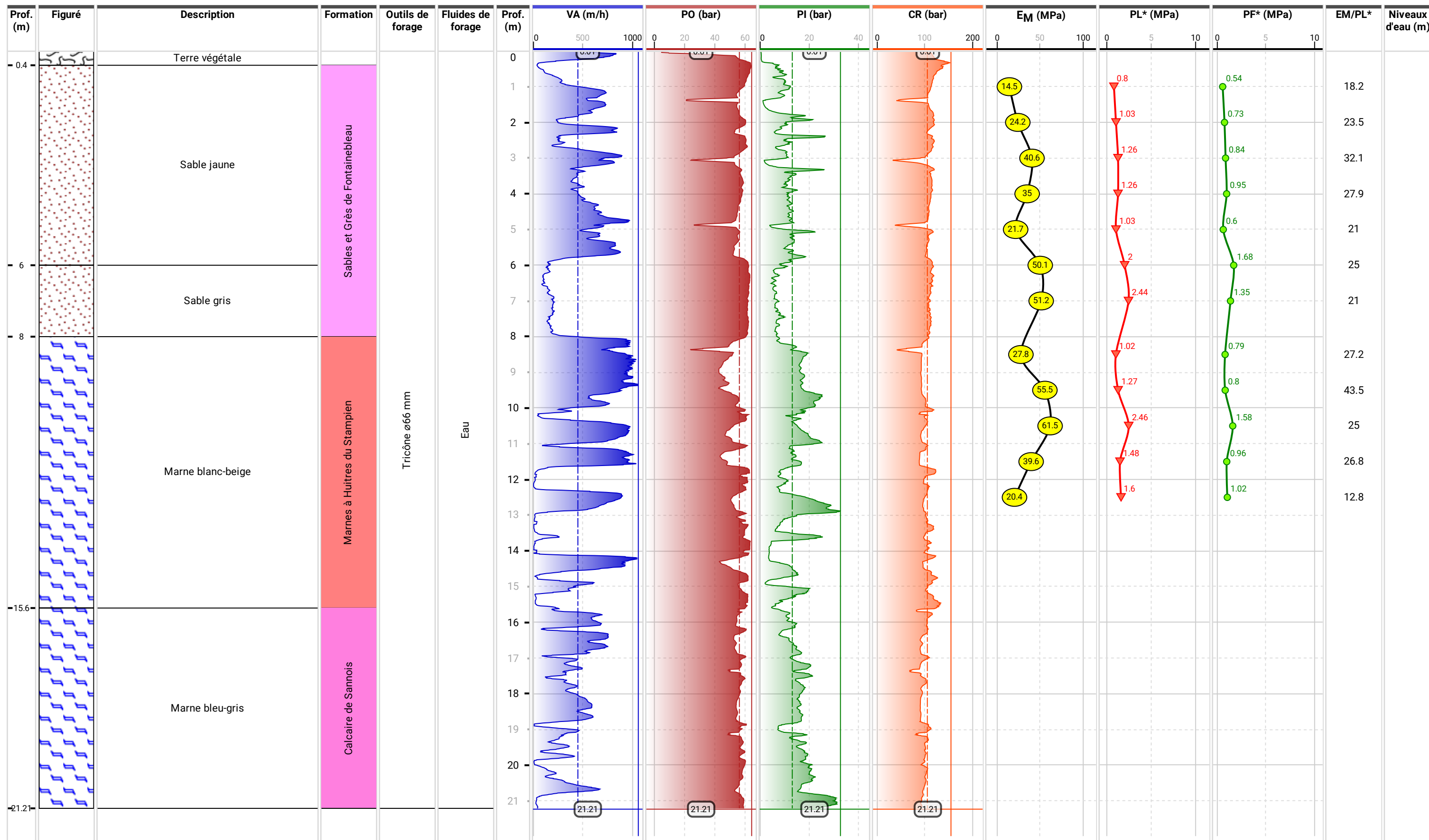


INFRANEO

Forage
SP1 EV
Dossier
PA22 7629
Chantier
Versailles
Client
Académie de Versailles 78

Paramètres de forage	
Date de début	Cote début
28/10/2022	0 m
Date de fin	Cote fin
28/10/2022	1.61 m
Opérateur	Machine
G.J	4.8



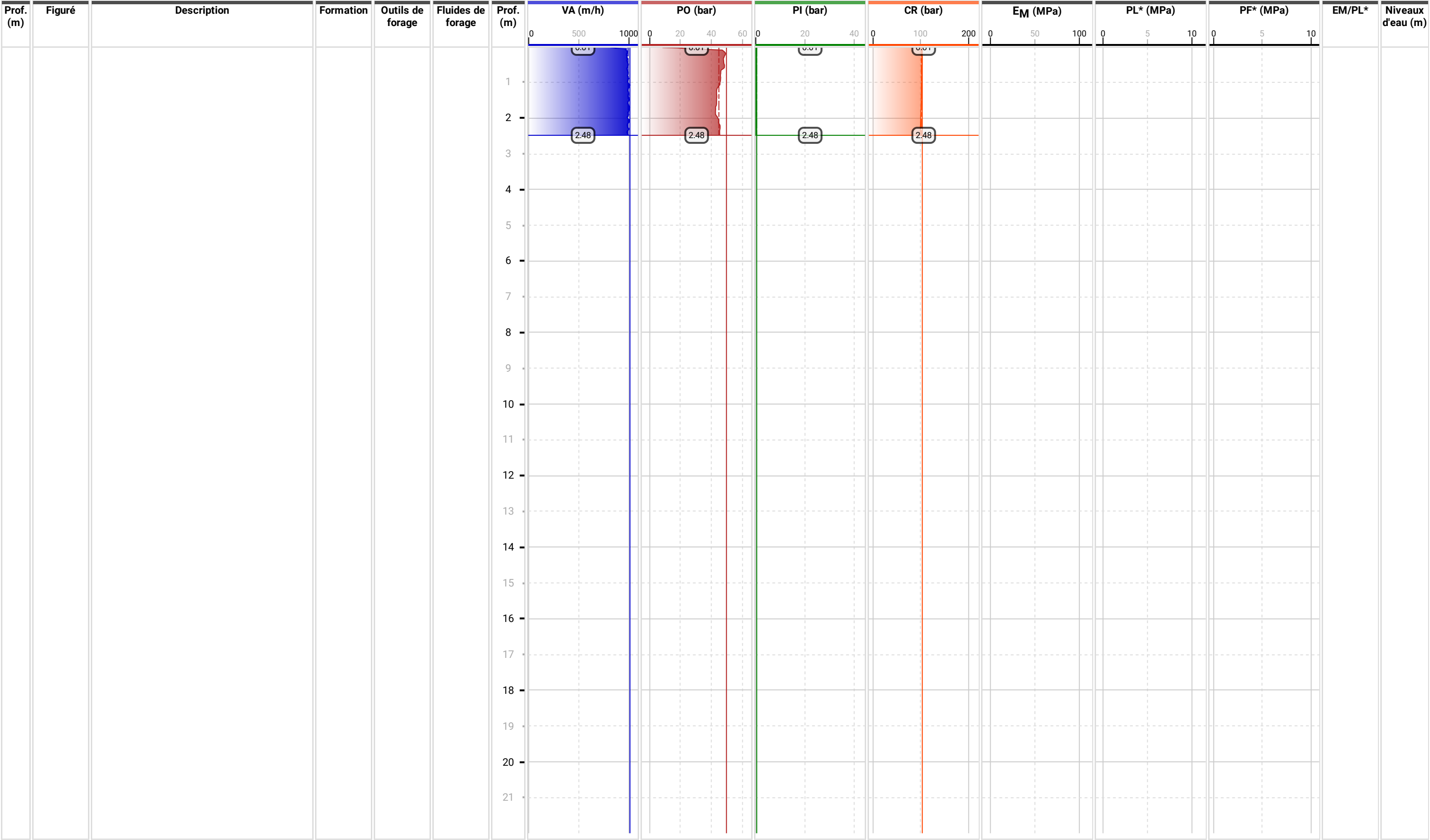


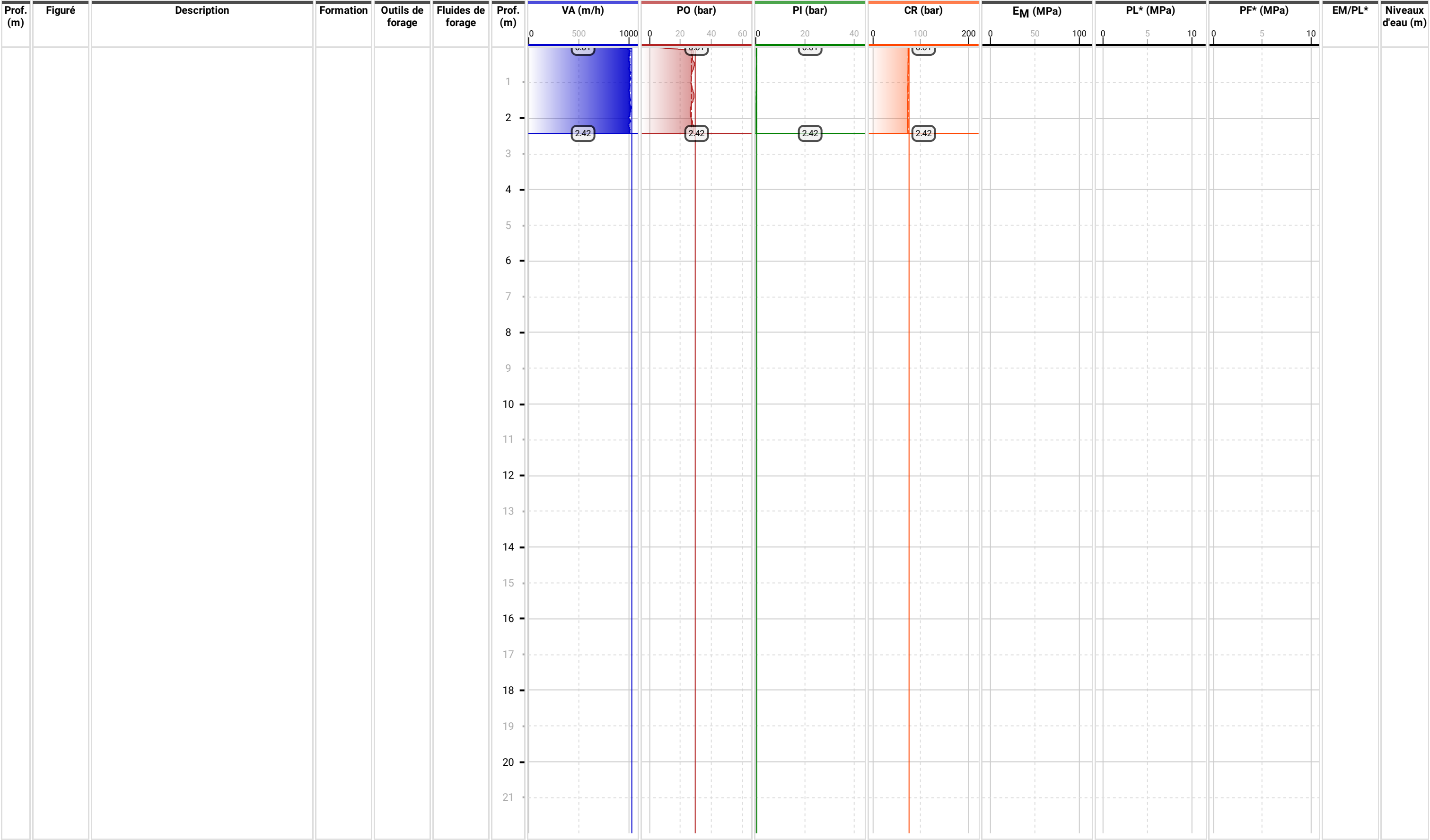


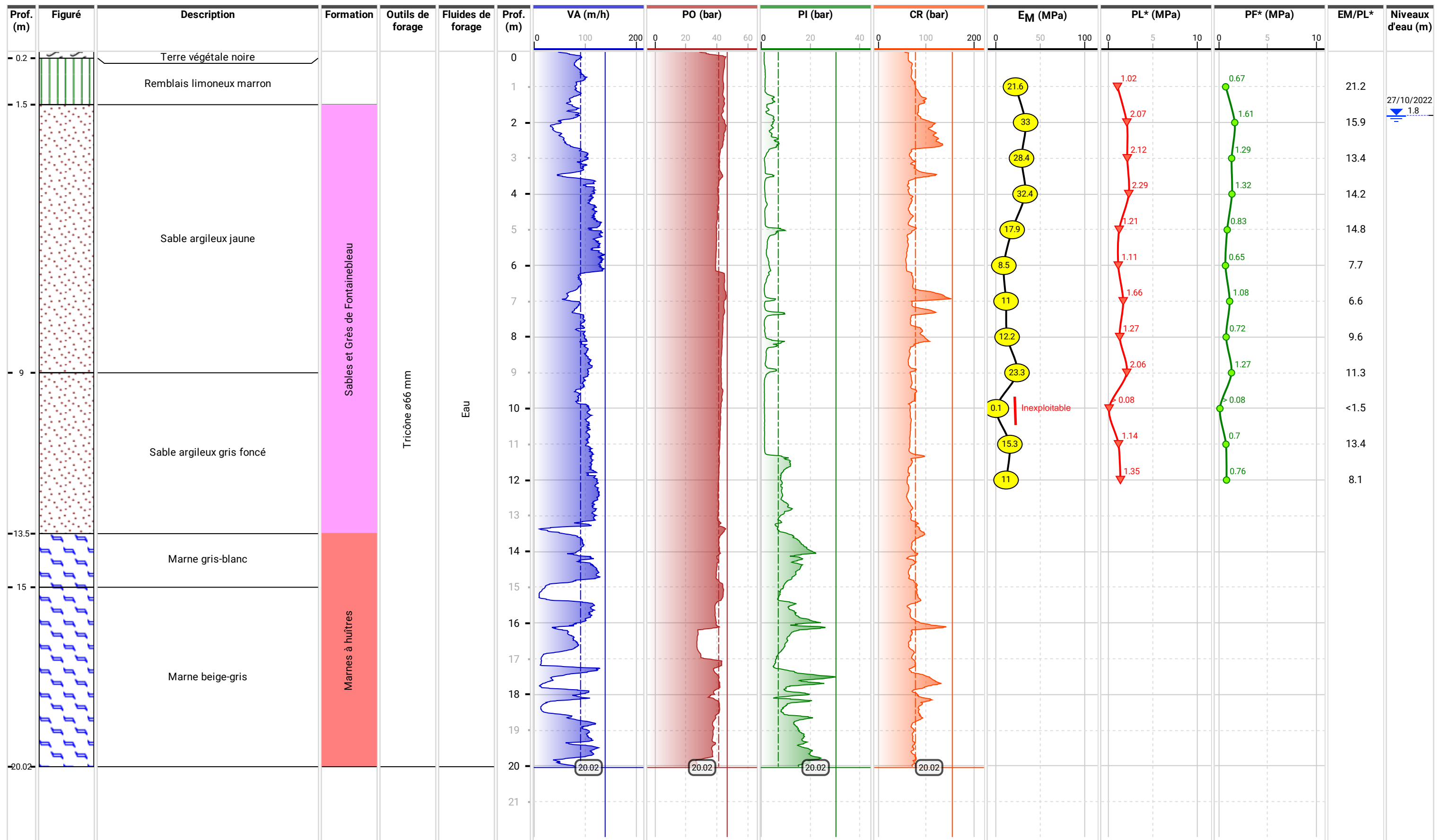
INFRANEO

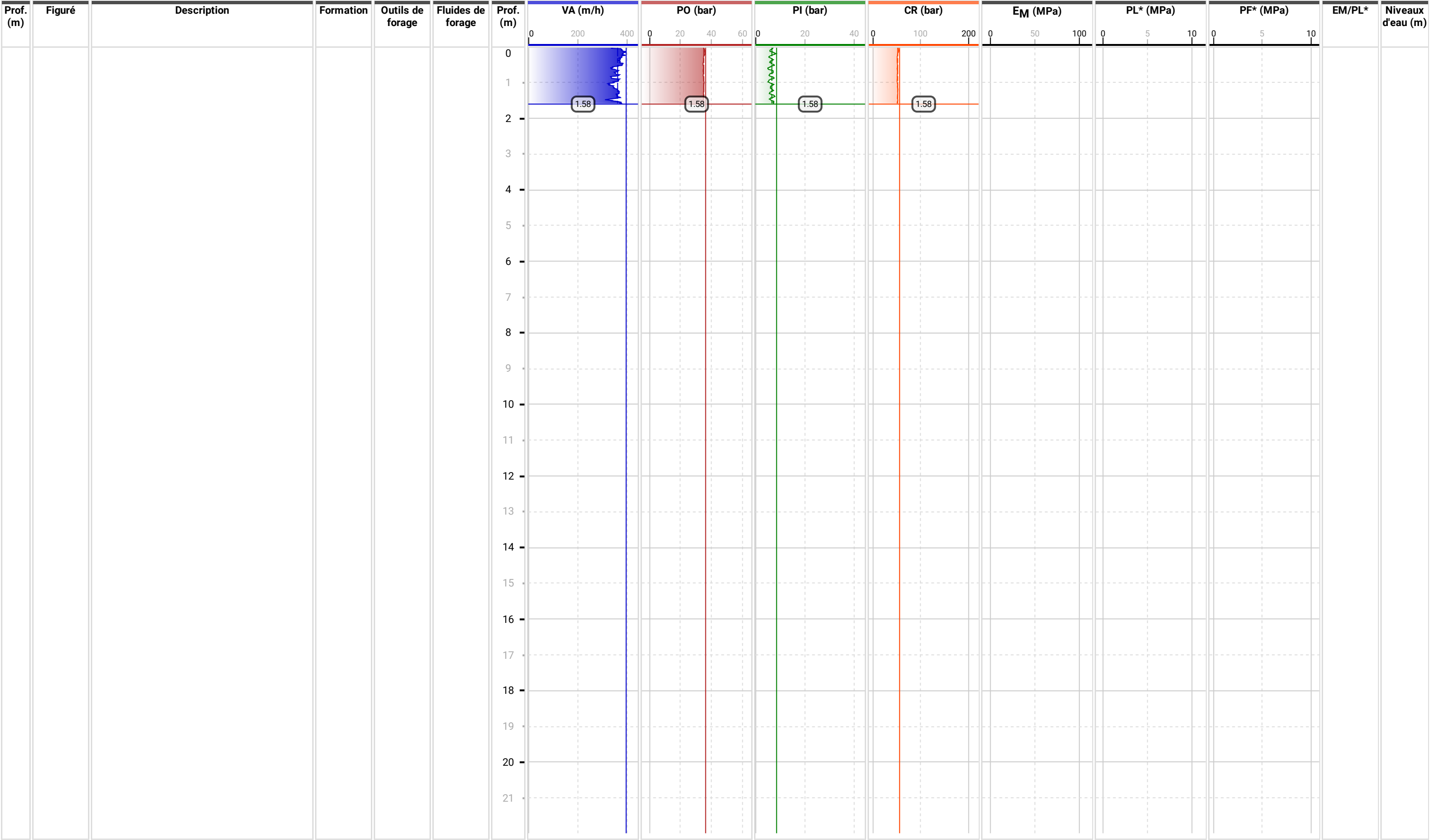
Forage
SP2 EV
Dossier
PA22 7629
Chantier
Versailles
Client
Académie de Versailles 78

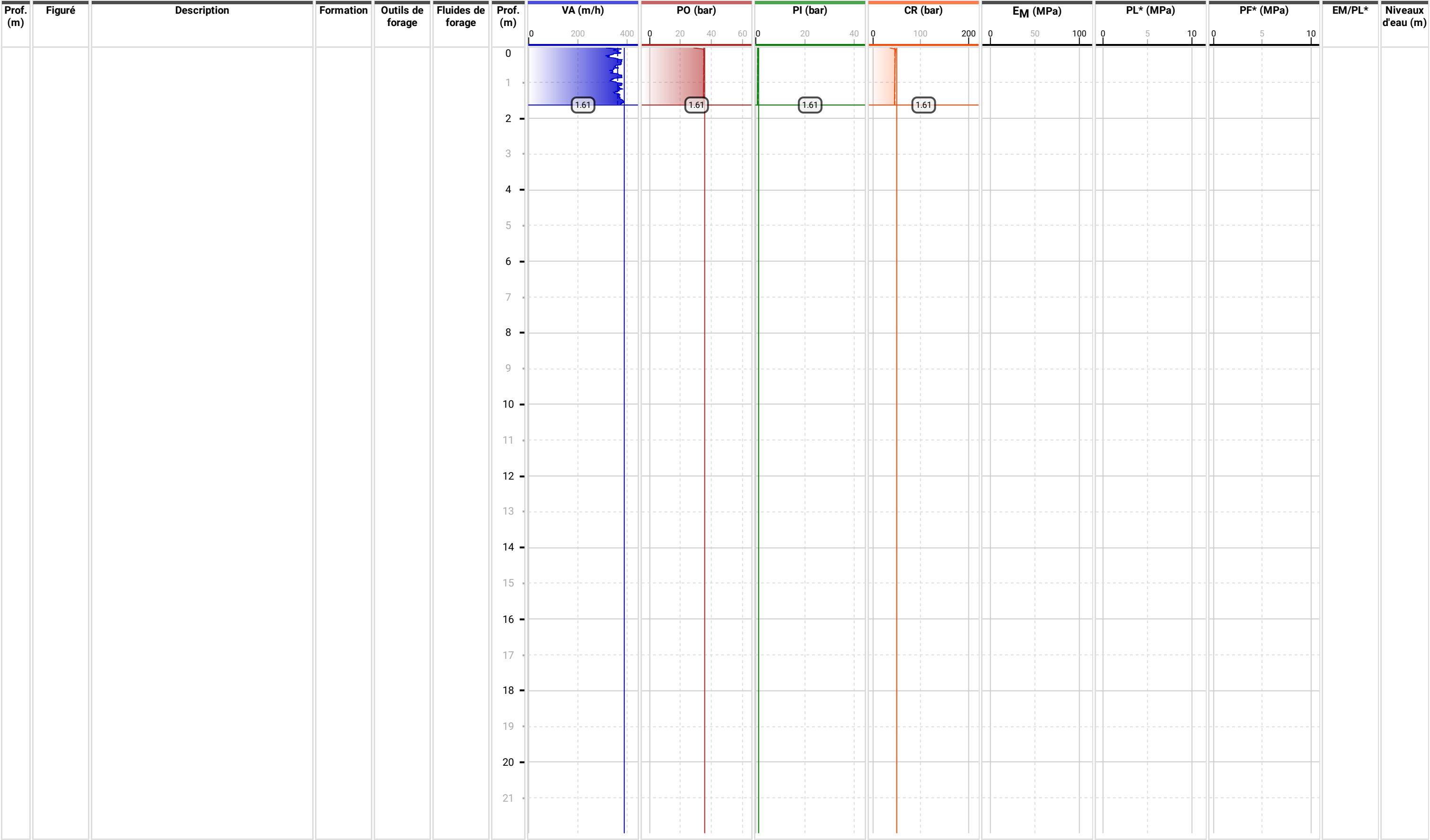
Paramètres de forage	
Date de début	Cote début
31/10/2022	0.01 m
Date de fin	Cote fin
31/10/2022	2.48 m
Opérateur	Machine

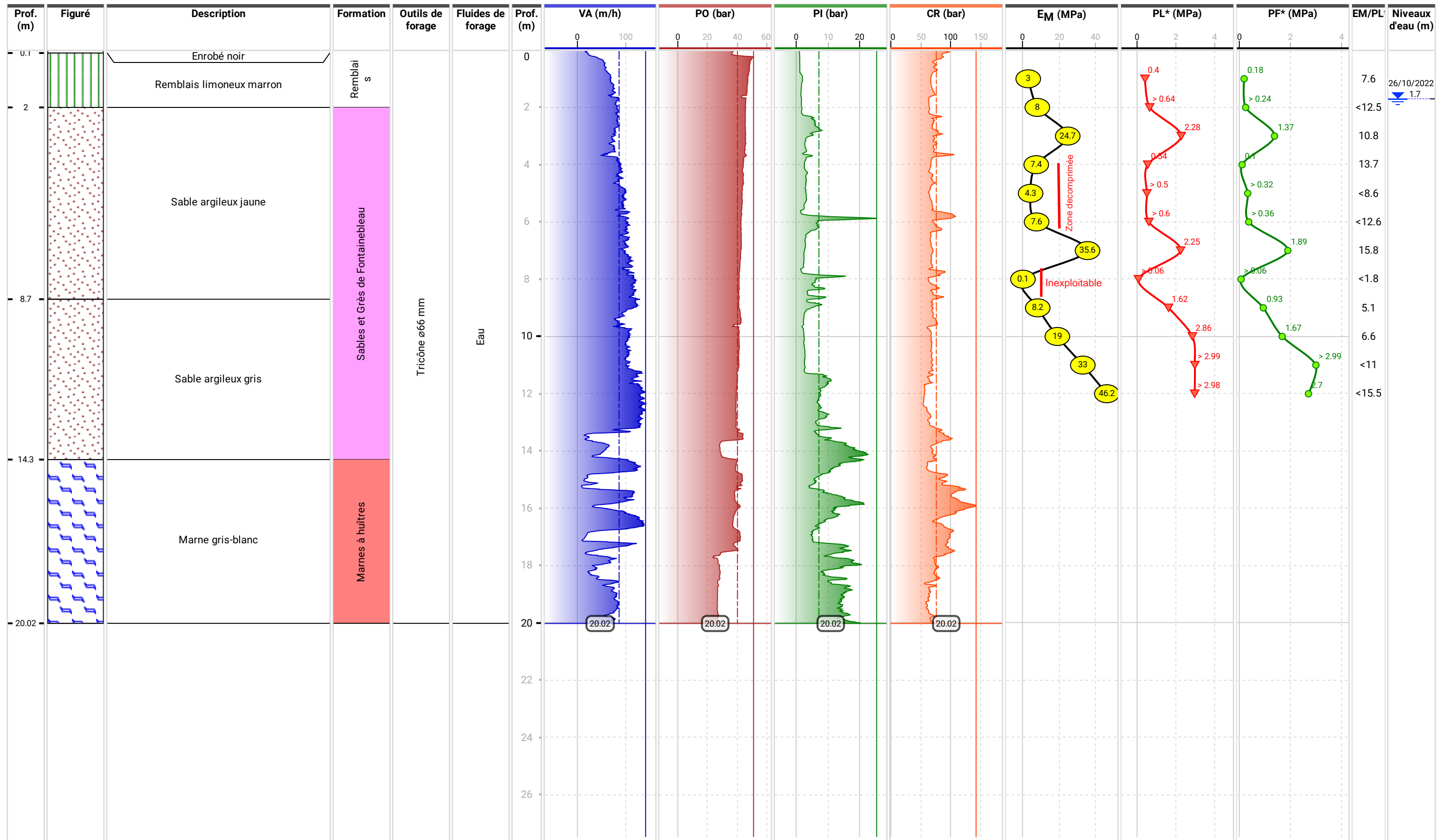


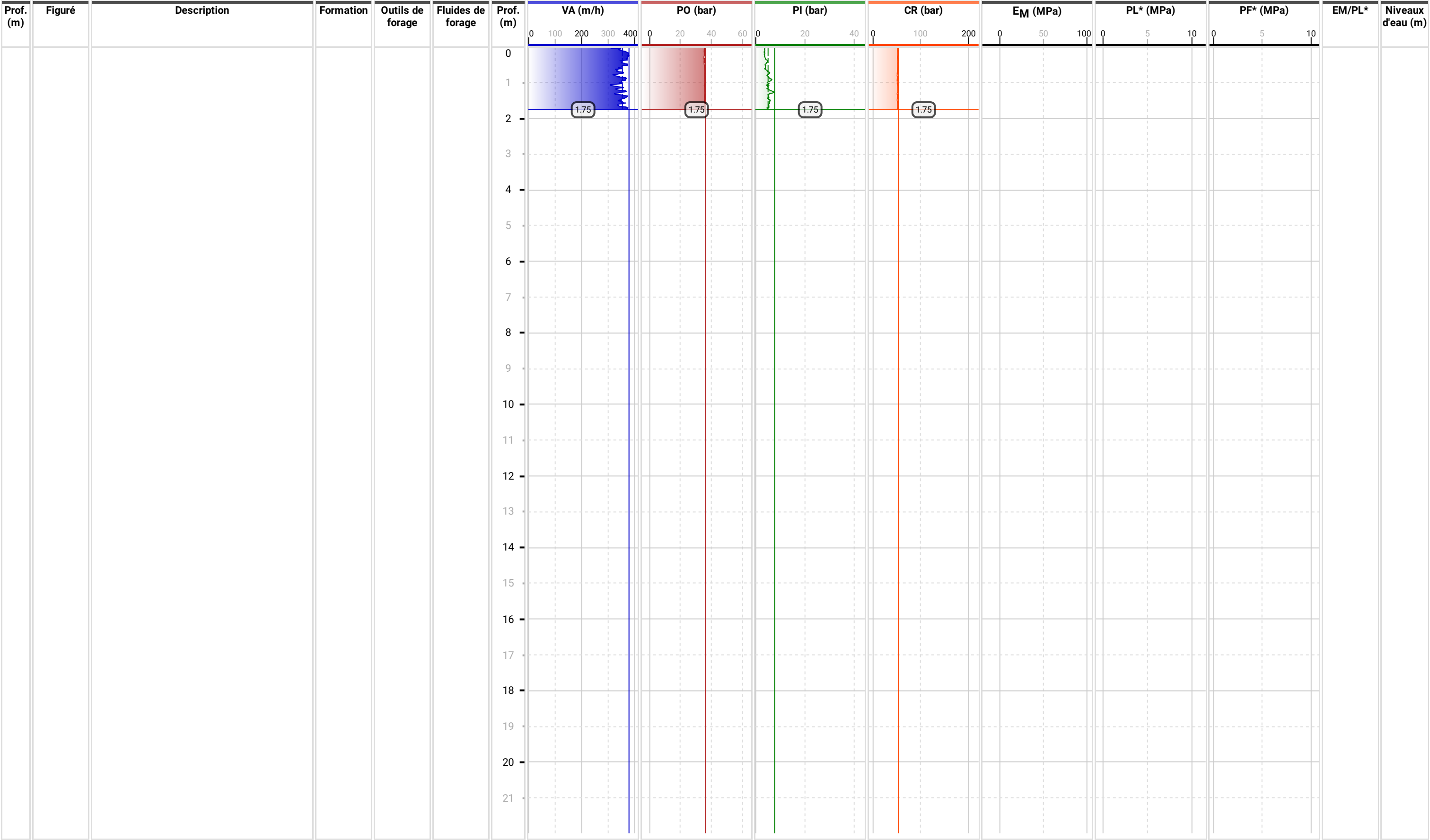










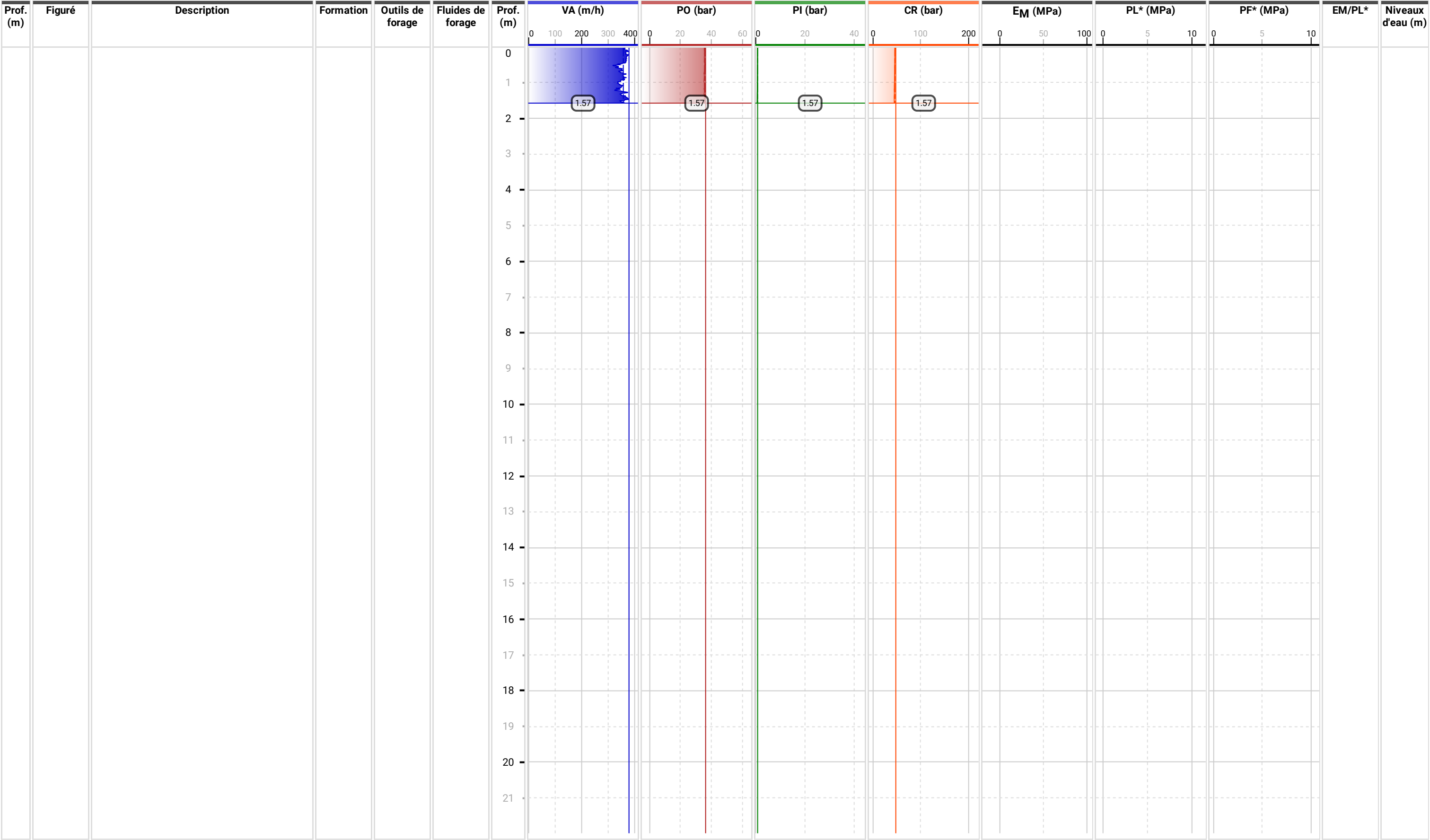


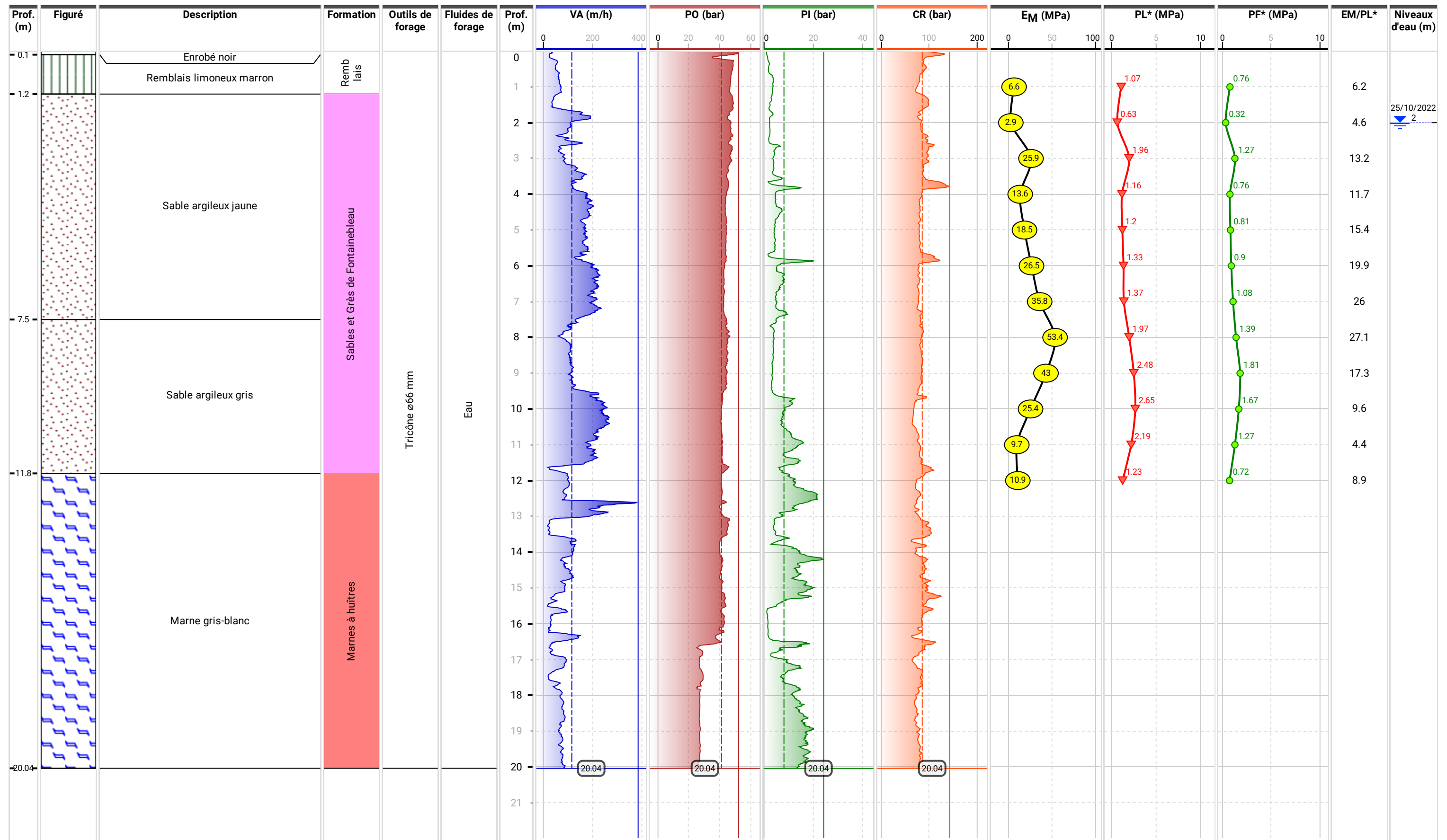


INFRANEO

Forage
SP4 EV
Dossier
PA22 7629
Chantier
Versailles
Client
Académie de Versailles 78

Paramètres de forage	
Date de début	Cote début
26/10/2022	0 m
Date de fin	Cote fin
26/10/2022	1.57 m
Opérateur	Machine
G.J	4.8



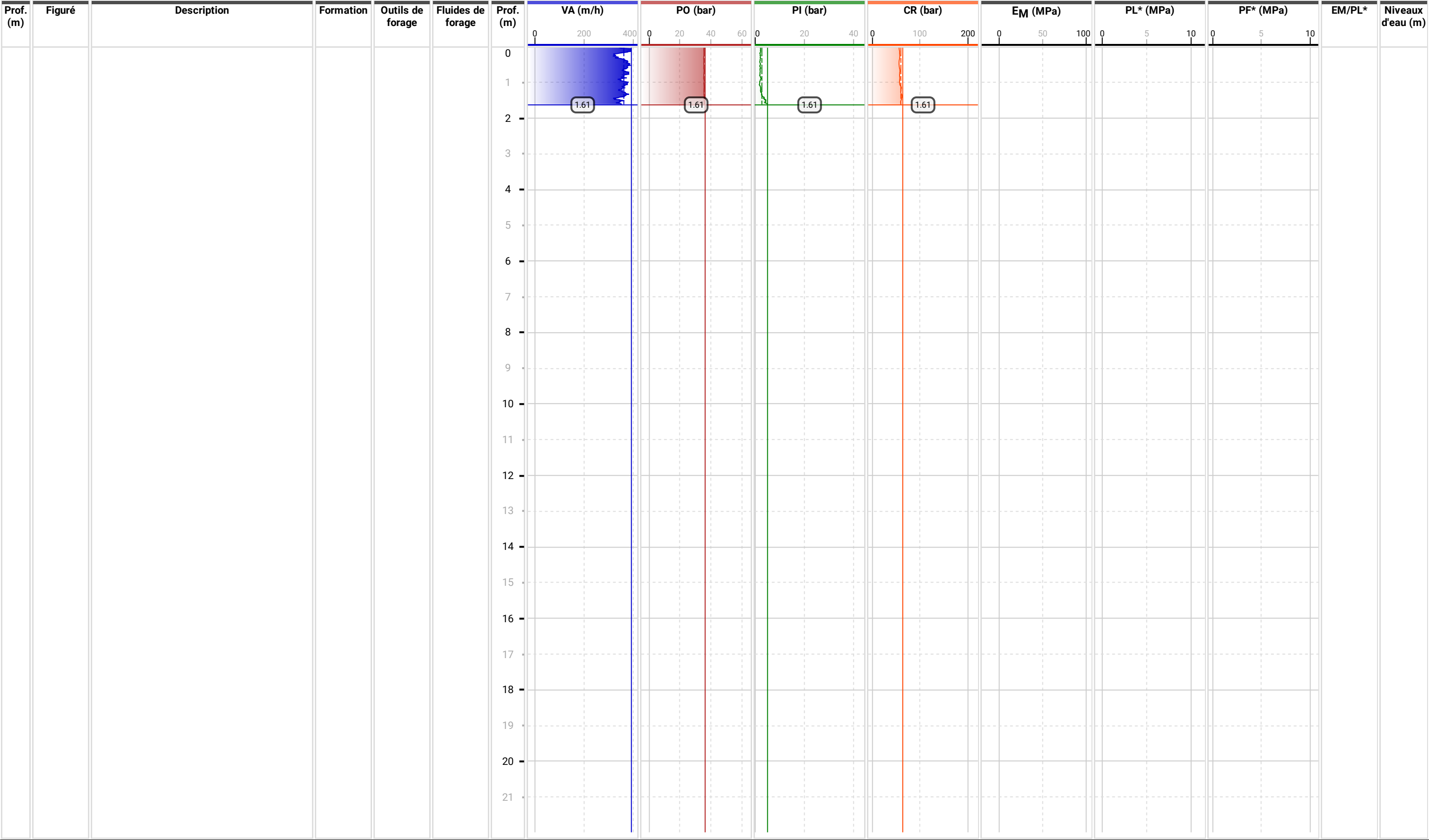




INFRANEO

Forage
SP5 ET
Dossier
PA22 7629
Chantier
Versailles
Client
Académie de Versailles 78

Paramètres de forage	
Date de début	Cote début
25/10/2022	0 m
Date de fin	Cote fin
25/10/2022	1.61 m
Opérateur	Machine
G.J	4.8

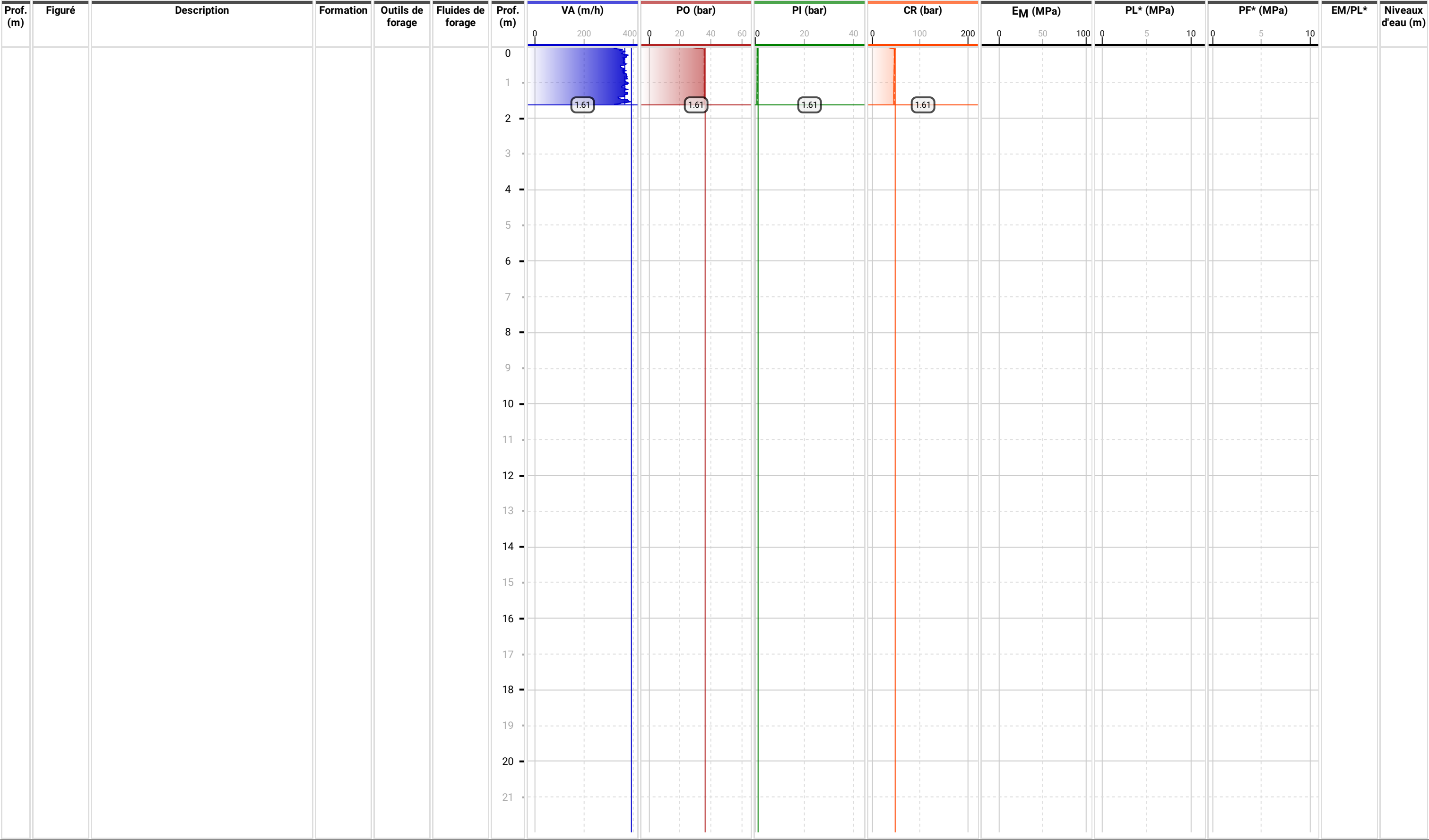




INFRANEO

Forage
SP5 EV
Dossier
PA22 7629
Chantier
Versailles
Client
Académie de Versailles 78

Paramètres de forage	
Date de début	Cote début
25/10/2022	0 m
Date de fin	Cote fin
25/10/2022	1.61 m
Opérateur	Machine
G.J	4.8



ANNEXE 5 :

COUPES ET PHOTOGRAPHIES DES RECONNAISSANCES SUR FONDATION

Sondage : **F2 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

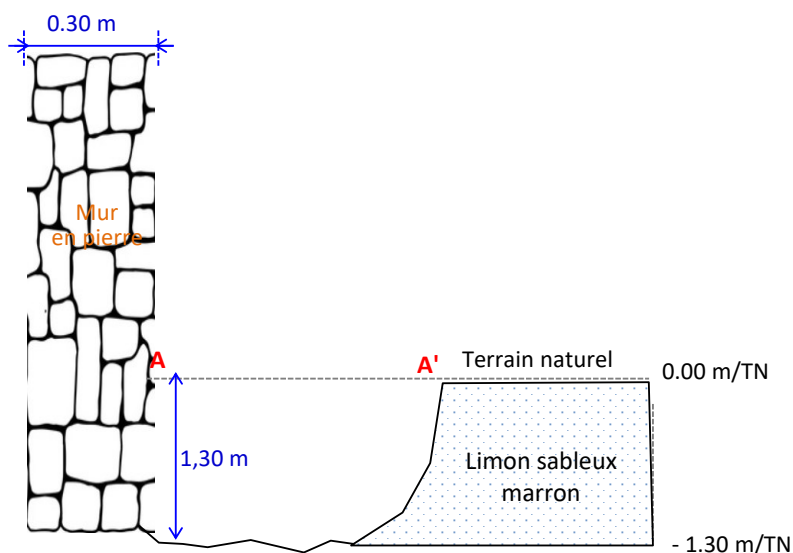
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur : -
- ▶ Couche d'assise : Niveau bas non reconnue
- ▶ Encastrement : > 1,3 m/TN
- ▶ Ancrage : -

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F3 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

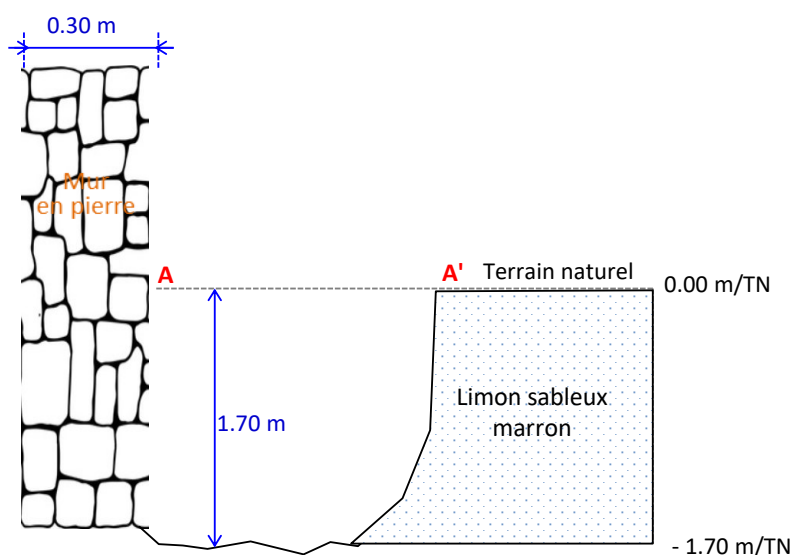
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur : -
- ▶ Couche d'assise : Niveau bas non reconnue
- ▶ Encastrement : > 1.70 m/TN
- ▶ Ancrage : -

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F5 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

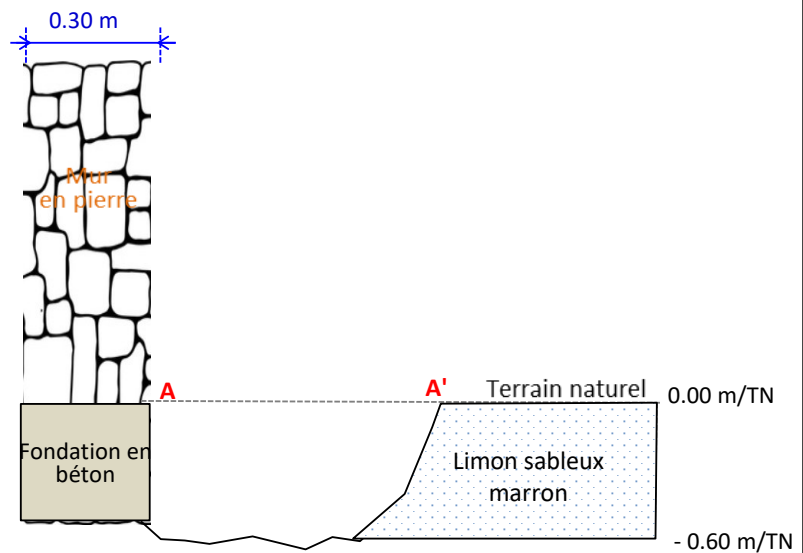
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur : 0.0 m
- ▶ Couche d'assise : Limon sableux marron
- ▶ Encastrement : 0.60 m/TN
- ▶ Ancrage : 0.60 m

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F6 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

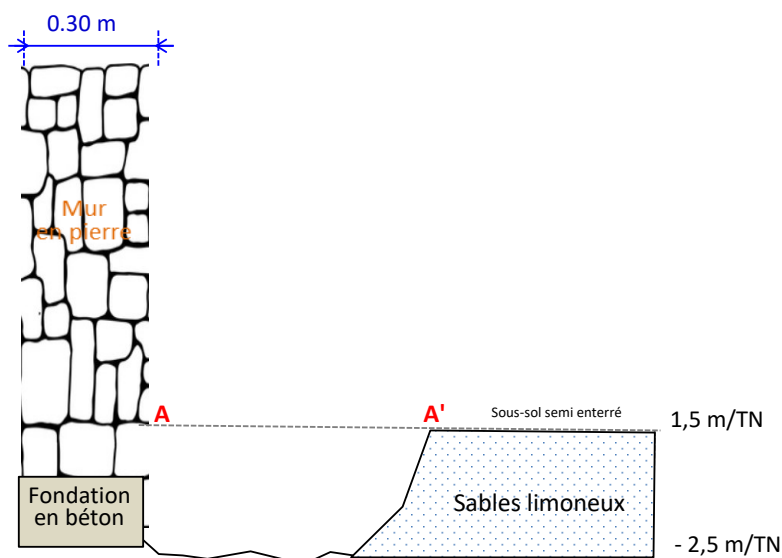
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur : 0,5 m
- ▶ Couche d'assise : Limon sableux marron
- ▶ Encastrement : -2,3 m/TN
- ▶ Ancrage : 0,3 m - Sable de fontainebleau

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F4 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

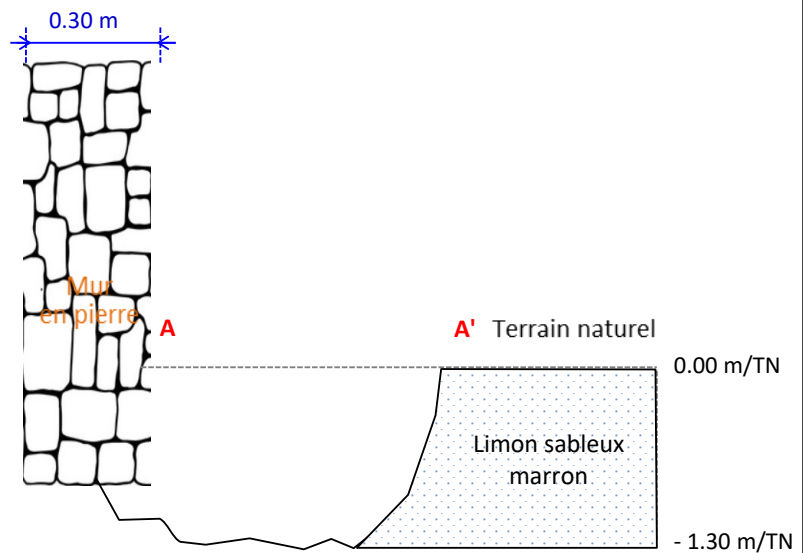
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur :-
- ▶ Couche d'assise : Niveau bas non reconnue
- ▶ Encastrement : > 1.20 m/TN
- ▶ Ancrage : -

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F8 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

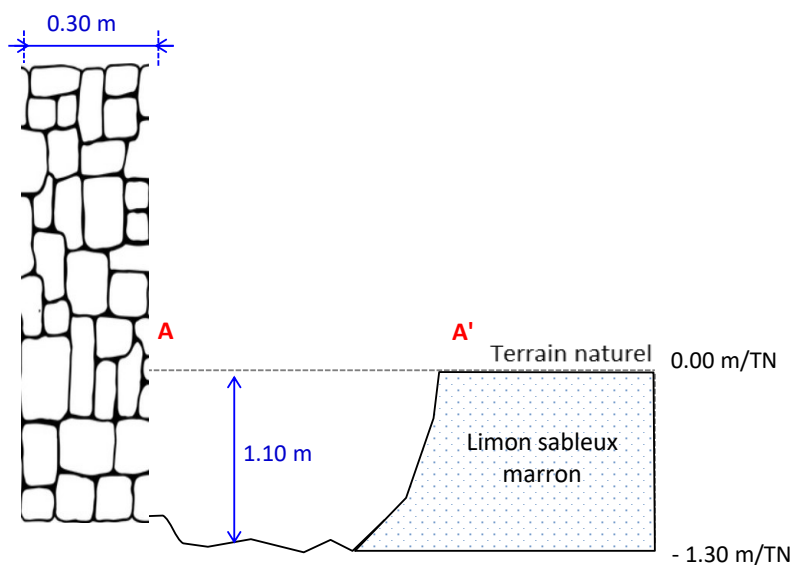
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0,0 m
 - Hauteur : -
- ▶ Couche d'assise : Niveau bas non reconnue
- ▶ Encastrement : > 1.30 m/TN
- ▶ Ancrage : -

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F9 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

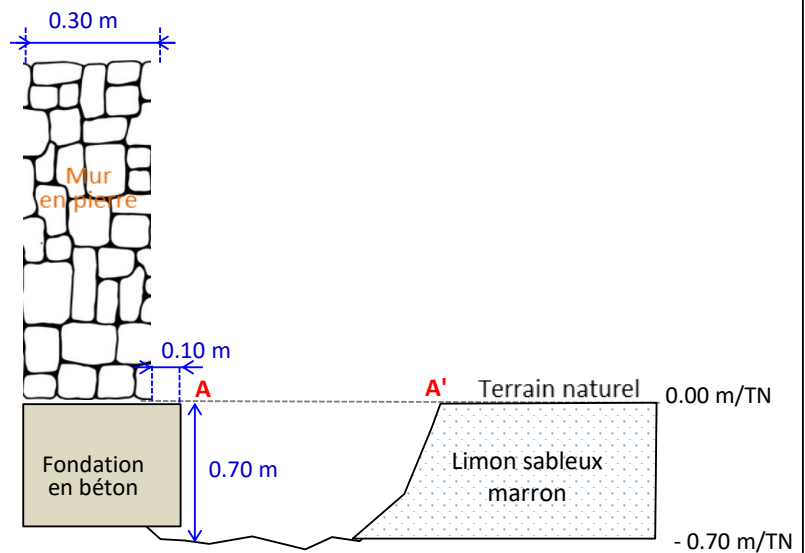
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.10 m
 - Hauteur : 0.70 m
- ▶ Couche d'assise : Limon sableux marron
- ▶ Encastrement : 0.70 m/TN
- ▶ Ancrage : 0.70 m

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



Sondage : **F10 coupe AA'**

Date d'intervention : **24/10/2022**

Adresse : **3 boulevard de Lesseps - 78017 Versailles**

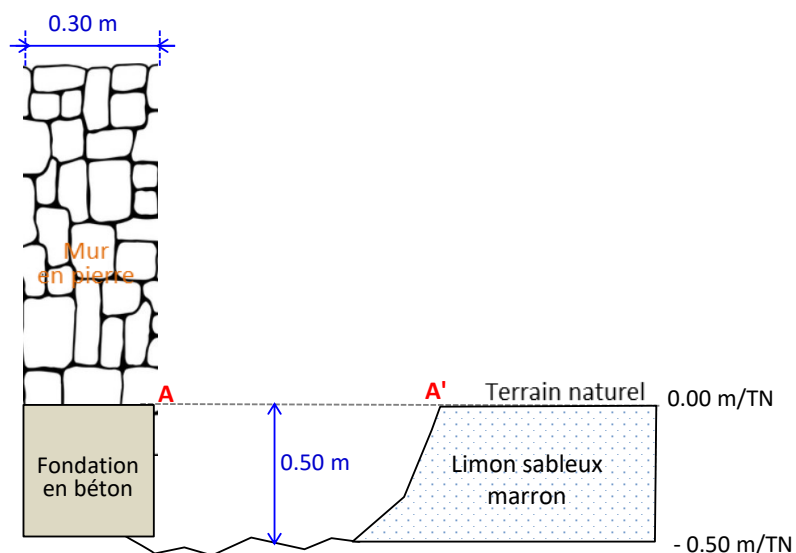
FONDATION

- ▶ Type de fondation : À priori filante
- ▶ Nature : Béton
- ▶ Débord :
 - Largeur : 0.00 m
 - Hauteur : 0.50 m
- ▶ Couche d'assise : Limon sableux marron
- ▶ Encastrement : 0.50 m/TN
- ▶ Ancrage : 0.50 m

OBSERVATIONS

- ▶ Pas de venue d'eau en fond de fouille

VUE EN COUPE



ANNEXE 6 : RESULTATS FOXTA



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,60

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 2 [FB] - Foré boue (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R_{d1} \times \gamma R_{d2}$
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,15	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	72,85	1,10	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	130,73	1,45	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	146,20	1,45	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	54,30	1,15	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	146,20	1,45	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 20,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

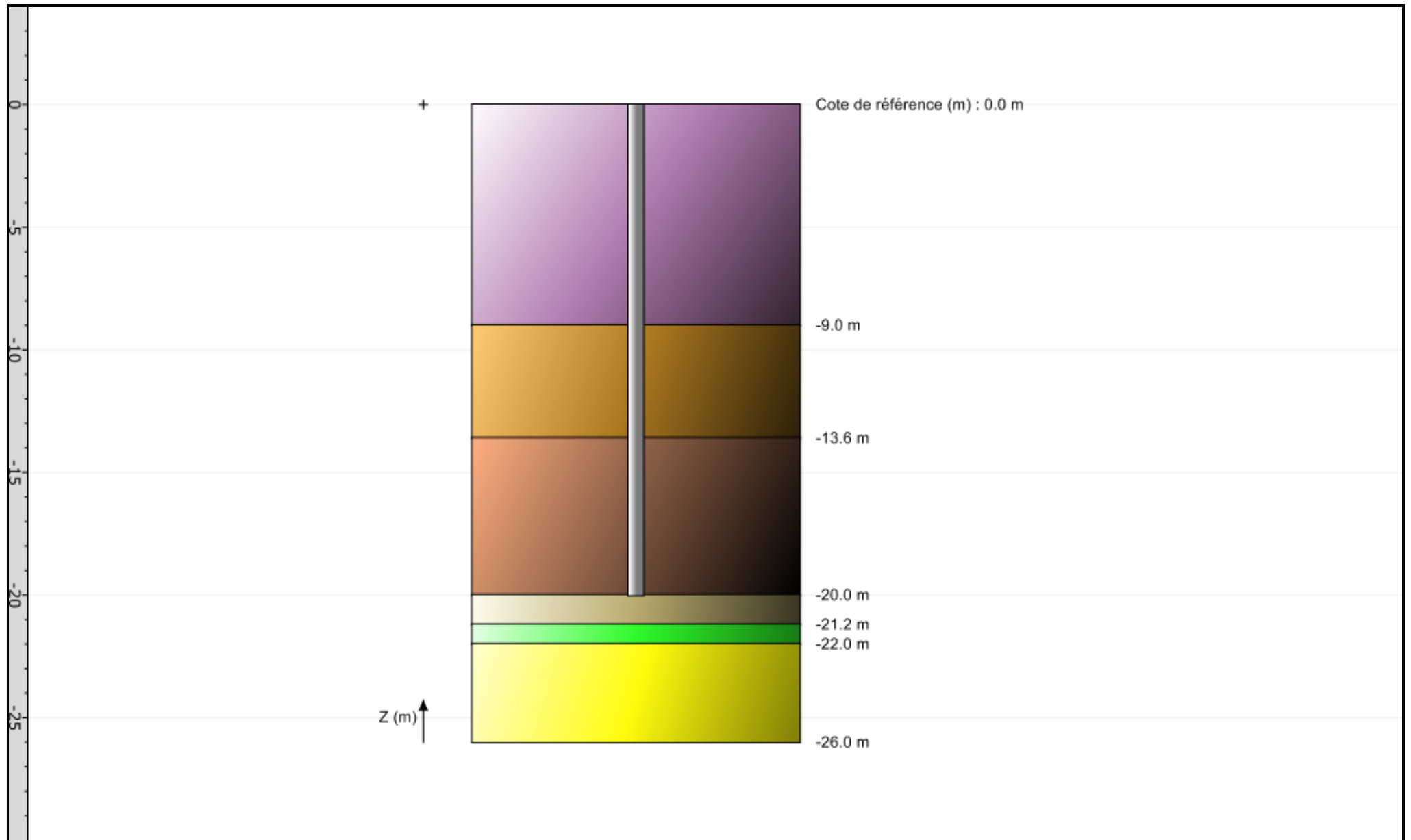


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 18/01/2023 - 13:26:44
Calcul réalisé par : INFRANEO

Projet : DDC
Module : Fondprof (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Titre du calcul

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 13h26
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 2
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.283
Périmètre : 1.885

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.15	1.26
02	-13.60	1100.0	72.85	1.00	1.10	1.26
03	-20.00	1200.0	130.73	1.00	1.45	1.26
04	-21.20	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26
05	-22.00	1300.0	54.30	1.00	1.15	1.26
06	-26.00	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

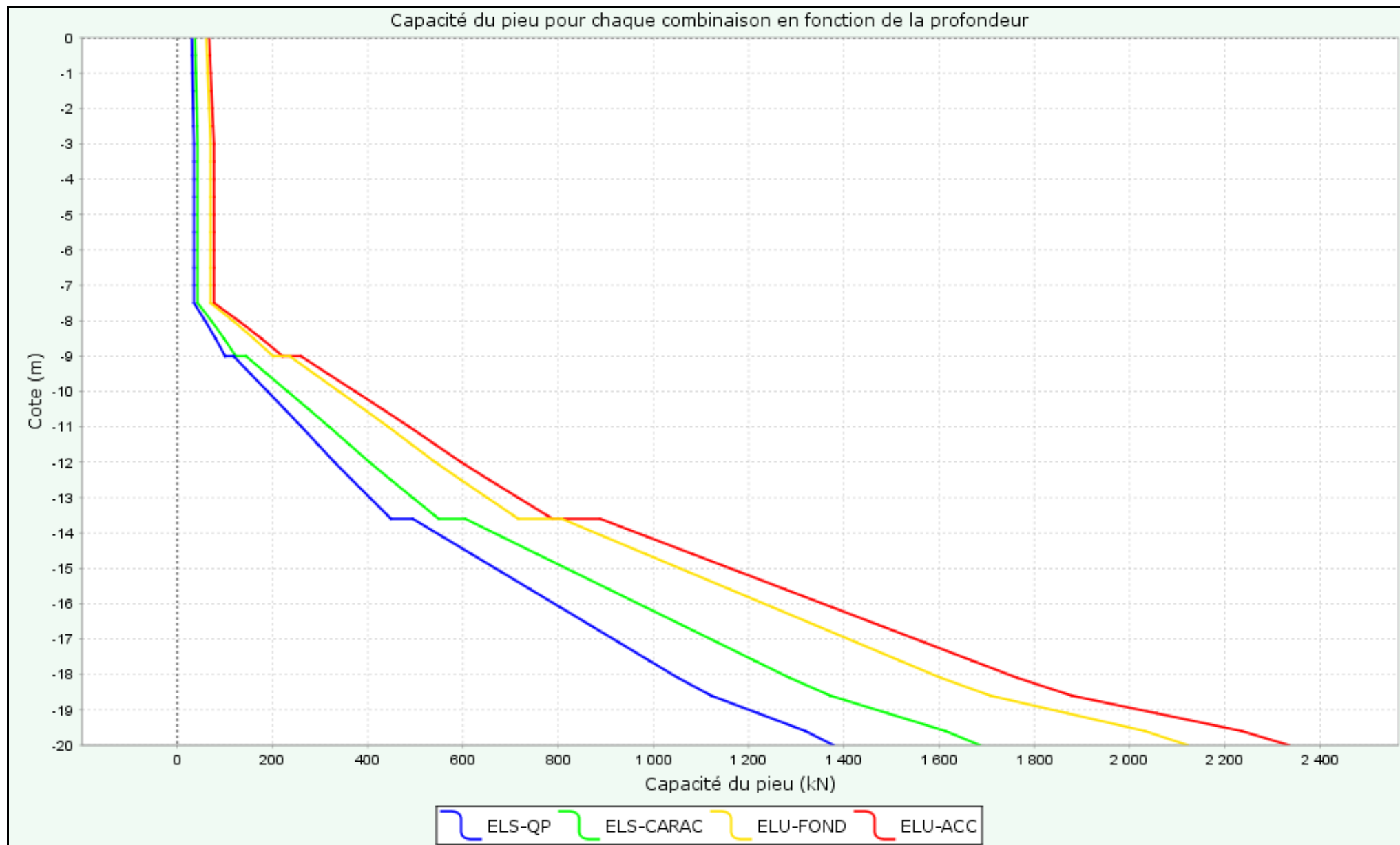
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 20.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	84.8	30.5	37.3	61.0	67.1
01	-0.50	0.00	300.0	1.025	0.0	86.9	31.3	38.2	62.5	68.7
01	-1.00	0.00	300.0	1.050	0.0	89.1	32.0	39.1	64.0	70.4
01	-1.50	0.00	300.0	1.075	0.0	91.2	32.8	40.1	65.5	72.1
01	-2.00	0.00	300.0	1.100	0.0	93.3	33.6	41.0	67.0	73.8
01	-2.50	0.00	300.0	1.125	0.0	95.4	34.3	41.9	68.6	75.4
01	-3.00	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-3.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-4.00	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-4.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-5.00	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-5.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-6.00	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-6.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-7.00	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-7.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-8.00	0.00	500.0	1.150	0.0	162.6	58.5	71.5	116.8	128.5
01	-8.50	0.00	700.0	1.129	0.0	223.4	80.3	98.2	160.5	176.6
01	-9.00	0.00	900.0	1.100	0.0	279.9	100.7	123.0	201.2	221.3

01	-9.00	0.00	900.0	1.100	0.0	279.9	100.7	123.0	201.2	221.3
02	-9.00	72.85	1100.0	1.055	0.0	328.0	118.0	144.2	235.7	259.3
02	-9.50	72.85	1100.0	1.067	68.7	331.8	153.9	188.1	287.7	316.5
02	-10.00	72.85	1100.0	1.079	137.3	335.5	189.7	231.9	339.8	373.8
02	-10.50	72.85	1100.0	1.091	206.0	339.3	225.6	275.8	391.8	431.1
02	-11.00	72.85	1100.0	1.100	274.7	342.1	261.1	319.3	443.2	487.6
02	-11.50	72.85	1100.0	1.100	343.3	342.1	295.7	361.5	492.5	541.8
02	-12.00	72.85	1100.0	1.100	412.0	342.1	330.2	403.7	541.9	596.1
02	-12.50	72.85	1120.0	1.100	480.6	348.3	366.9	448.7	595.7	655.3
02	-13.00	72.85	1145.0	1.100	549.3	356.1	404.3	494.3	650.6	715.7
02	-13.50	72.85	1170.0	1.100	618.0	363.9	441.6	540.0	705.5	776.2
02	-13.60	72.85	1175.0	1.100	631.7	365.4	449.0	549.1	716.5	788.2
03	-13.60	130.73	1200.0	1.450	631.7	492.0	494.5	604.7	807.4	888.3
03	-14.10	130.73	1200.0	1.450	754.9	492.0	556.5	680.5	896.0	985.7
03	-14.60	130.73	1200.0	1.450	878.1	492.0	618.4	756.3	984.5	1083.1
03	-15.10	130.73	1200.0	1.450	1001.3	492.0	680.4	832.1	1073.0	1180.5
03	-15.60	130.73	1200.0	1.450	1124.5	492.0	742.3	907.8	1161.6	1277.9
03	-16.10	130.73	1200.0	1.450	1247.7	492.0	804.3	983.6	1250.1	1375.3
03	-16.60	130.73	1200.0	1.450	1370.9	492.0	866.2	1059.4	1338.7	1472.7
03	-17.10	130.73	1200.0	1.450	1494.2	492.0	928.2	1135.2	1427.2	1570.1
03	-17.60	130.73	1200.0	1.450	1617.4	492.0	990.1	1210.9	1515.7	1667.5
03	-18.10	130.73	1200.0	1.450	1740.6	492.0	1052.1	1286.7	1604.3	1764.9
03	-18.60	130.73	1250.0	1.450	1863.8	512.5	1121.4	1371.5	1707.5	1878.5
03	-19.10	130.73	1500.0	1.450	1987.0	615.0	1220.2	1492.3	1869.7	2056.9
03	-19.60	130.73	1750.0	1.450	2110.2	717.5	1319.0	1613.2	2031.9	2235.3
03	-20.00	130.73	1815.0	1.450	2208.8	744.1	1378.1	1685.5	2121.9	2334.3

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,80

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 2 [FB] - Foré boue (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,15	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	72,85	1,10	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	130,73	1,45	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	146,20	1,45	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	54,30	1,15	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	146,20	1,45	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 21,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

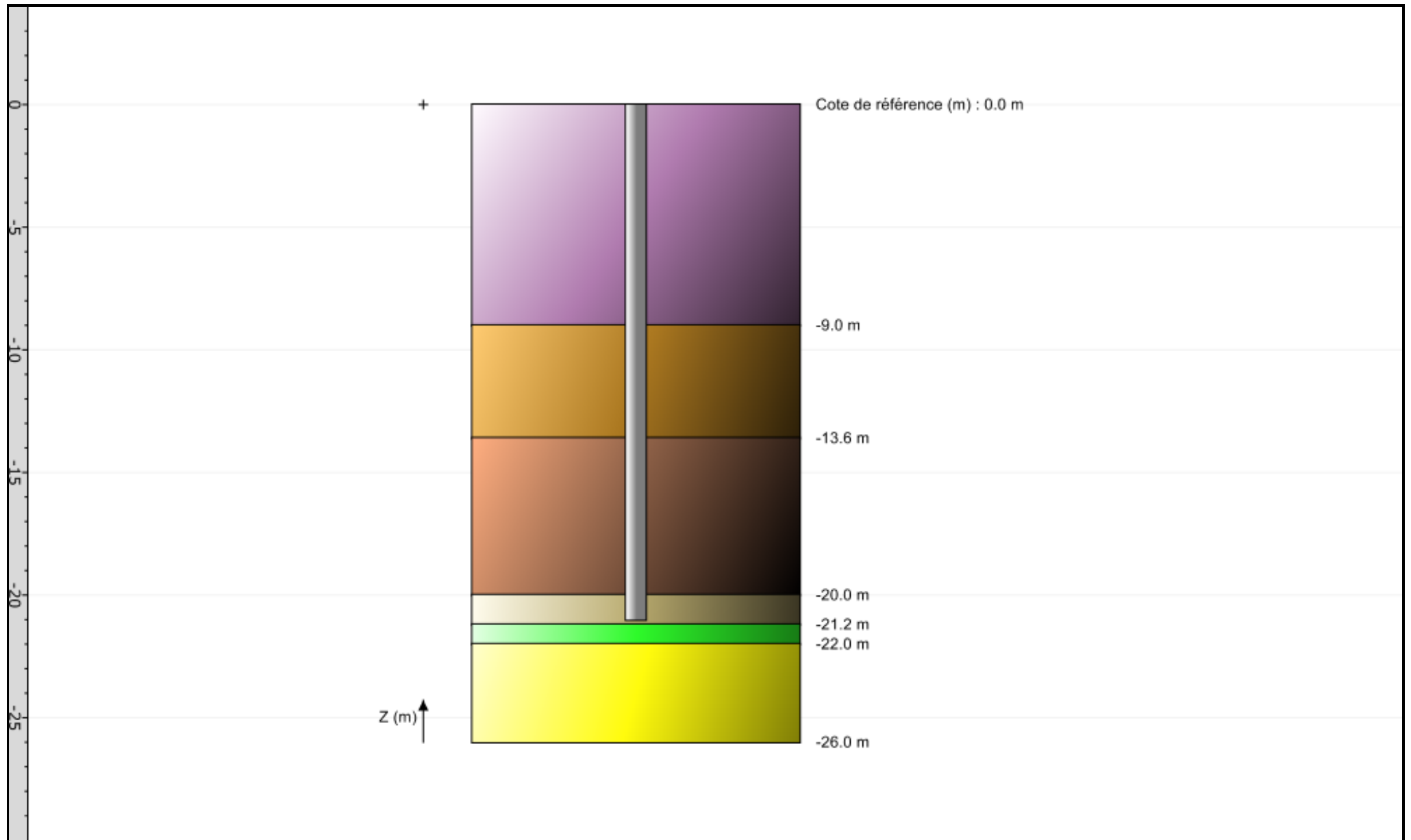


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 18/01/2023 - 13:29:45
Calcul réalisé par : INFRANEO

Projet : DDC
Module : Fondprof (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Titre du calcul

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 13h29
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 2
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.503
Périmètre : 2.513

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.15	1.26
02	-13.60	1100.0	72.85	1.00	1.10	1.26
03	-20.00	1200.0	130.73	1.00	1.45	1.26
04	-21.20	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26
05	-22.00	1300.0	54.30	1.00	1.15	1.26
06	-26.00	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

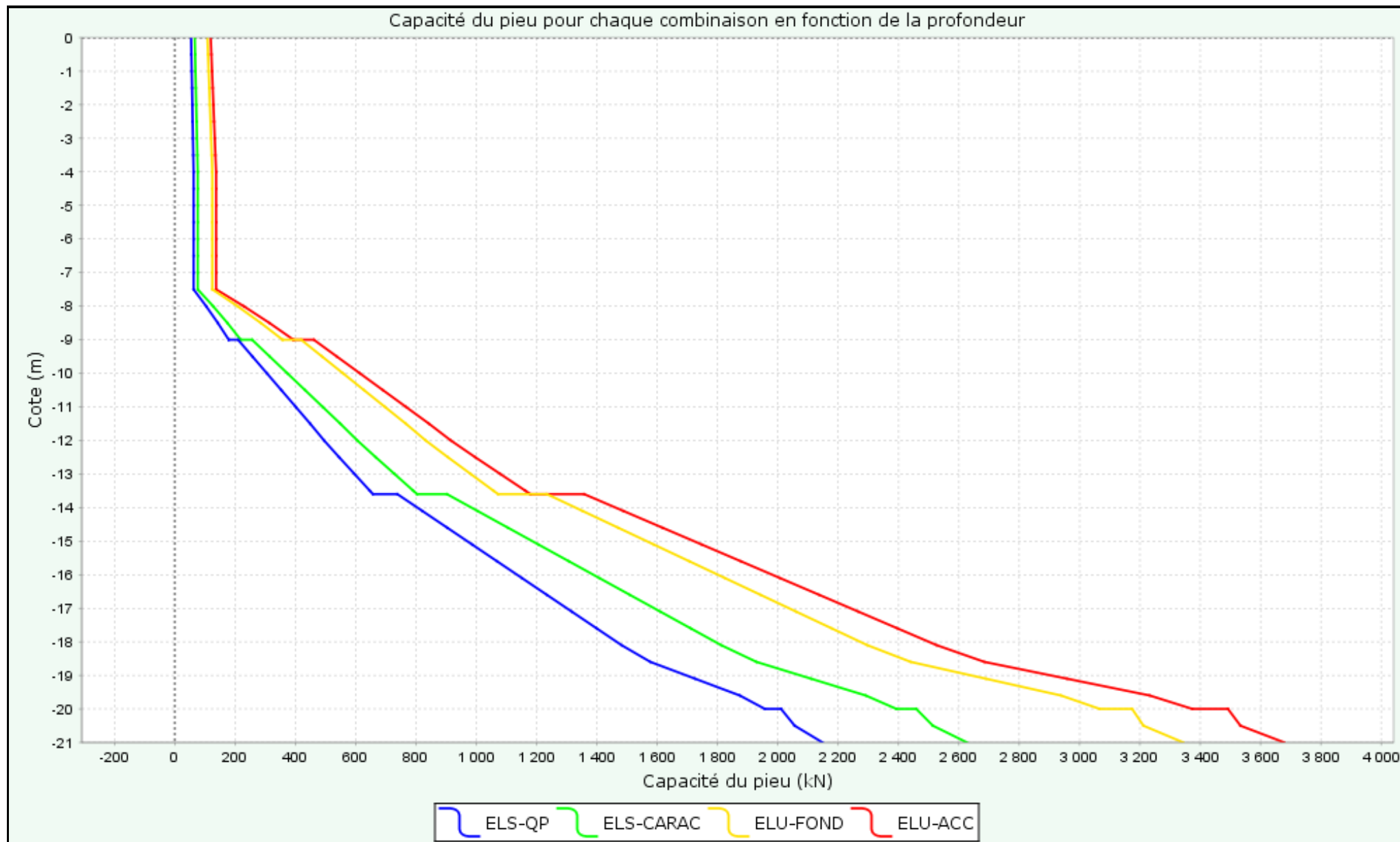
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 21.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	150.8	54.2	66.3	108.4	119.2
01	-0.50	0.00	300.0	1.019	0.0	153.6	55.3	67.5	110.4	121.4
01	-1.00	0.00	300.0	1.038	0.0	156.5	56.3	68.8	112.4	123.7
01	-1.50	0.00	300.0	1.056	0.0	159.3	57.3	70.0	114.5	125.9
01	-2.00	0.00	300.0	1.075	0.0	162.1	58.3	71.3	116.5	128.2
01	-2.50	0.00	300.0	1.094	0.0	164.9	59.3	72.5	118.5	130.4
01	-3.00	0.00	300.0	1.113	0.0	167.8	60.3	73.7	120.6	132.6
01	-3.50	0.00	300.0	1.131	0.0	170.6	61.4	75.0	122.6	134.9
01	-4.00	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-4.50	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-5.00	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-5.50	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-6.00	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-6.50	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-7.00	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-7.50	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-8.00	0.00	500.0	1.150	0.0	289.0	104.0	127.0	207.7	228.5
01	-8.50	0.00	700.0	1.129	0.0	397.1	142.8	174.5	285.4	313.9
01	-9.00	0.00	900.0	1.100	0.0	497.6	179.0	218.7	357.6	393.4

01	-9.00	0.00	900.0	1.100	0.0	497.6	179.0	218.7	357.6	393.4
02	-9.00	72.85	1100.0	1.055	0.0	583.1	209.7	256.3	419.0	461.0
02	-9.50	72.85	1100.0	1.064	91.6	588.1	257.6	314.8	488.4	537.3
02	-10.00	72.85	1100.0	1.073	183.1	593.1	305.4	373.3	557.8	613.6
02	-10.50	72.85	1100.0	1.082	274.7	598.2	353.2	431.8	627.2	690.0
02	-11.00	72.85	1100.0	1.091	366.2	603.2	401.1	490.3	696.6	766.3
02	-11.50	72.85	1100.0	1.100	457.8	608.2	448.9	548.9	766.0	842.7
02	-12.00	72.85	1100.0	1.100	549.3	608.2	494.9	605.2	831.8	915.0
02	-12.50	72.85	1120.0	1.100	640.8	619.3	544.9	666.3	905.5	996.1
02	-13.00	72.85	1145.0	1.100	732.4	633.1	595.9	728.7	981.2	1079.4
02	-13.50	72.85	1170.0	1.100	823.9	646.9	646.9	791.1	1056.9	1162.7
02	-13.60	72.85	1175.0	1.100	842.2	649.7	657.1	803.5	1072.1	1179.4
03	-13.60	130.73	1200.0	1.450	842.2	874.6	738.0	902.4	1233.7	1357.2
03	-14.10	130.73	1200.0	1.450	1006.5	874.6	820.6	1003.5	1351.7	1487.1
03	-14.60	130.73	1200.0	1.450	1170.8	874.6	903.2	1104.5	1469.8	1616.9
03	-15.10	130.73	1200.0	1.450	1335.1	874.6	985.8	1205.5	1587.8	1746.8
03	-15.60	130.73	1200.0	1.450	1499.4	874.6	1068.4	1306.6	1705.9	1876.7
03	-16.10	130.73	1200.0	1.450	1663.6	874.6	1151.0	1407.6	1823.9	2006.5
03	-16.60	130.73	1200.0	1.450	1827.9	874.6	1233.6	1508.6	1942.0	2136.4
03	-17.10	130.73	1200.0	1.450	1992.2	874.6	1316.2	1609.7	2060.0	2266.3
03	-17.60	130.73	1200.0	1.450	2156.5	874.6	1398.8	1710.7	2178.1	2396.1
03	-18.10	130.73	1200.0	1.450	2320.8	874.6	1481.4	1811.7	2296.1	2526.0
03	-18.60	130.73	1250.0	1.450	2485.0	911.1	1577.1	1928.8	2440.4	2684.7
03	-19.10	130.73	1500.0	1.450	2649.3	1093.3	1725.2	2109.9	2689.3	2958.6
03	-19.60	130.73	1750.0	1.450	2813.6	1275.5	1873.4	2291.0	2938.3	3232.5
03	-20.00	130.73	1815.0	1.450	2945.0	1322.9	1956.5	2392.7	3066.8	3373.8
04	-20.00	146.20	2020.0	1.450	2945.0	1472.3	2010.2	2458.4	3174.2	3491.9
04	-20.50	146.20	1840.0	1.450	3128.8	1341.1	2055.4	2513.7	3211.9	3533.5
04	-21.00	146.20	1840.0	1.450	3312.5	1341.1	2147.8	2626.7	3343.9	3678.7

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 1,20

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 2 [FB] - Foré boue (pieux et barrettes)

Pieu de grande longueur : Non

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R_{d1} \times \gamma R_{d2}$
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,15	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	72,85	1,10	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	130,73	1,45	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	146,20	1,45	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	54,30	1,15	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	146,20	1,45	1,265

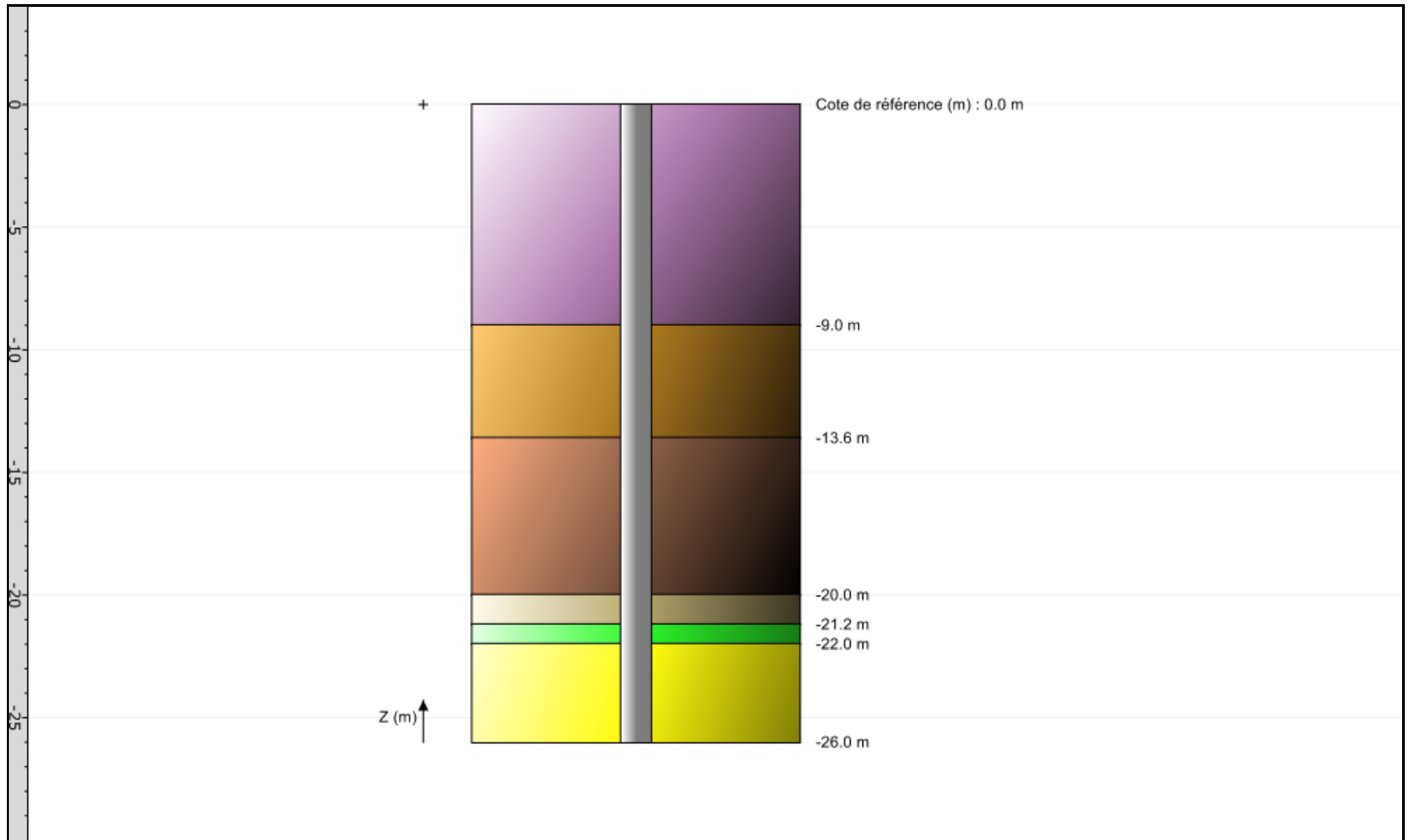
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 26,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 13h31
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 2
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 1.131
Périmètre : 3.770

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.15	1.26
02	-13.60	1100.0	72.85	1.00	1.10	1.26
03	-20.00	1200.0	130.73	1.00	1.45	1.26
04	-21.20	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26
05	-22.00	1300.0	54.30	1.00	1.15	1.26
06	-26.00	2200.0	146.20	1.00	1.45	1.26

Pas du calcul : 0.50

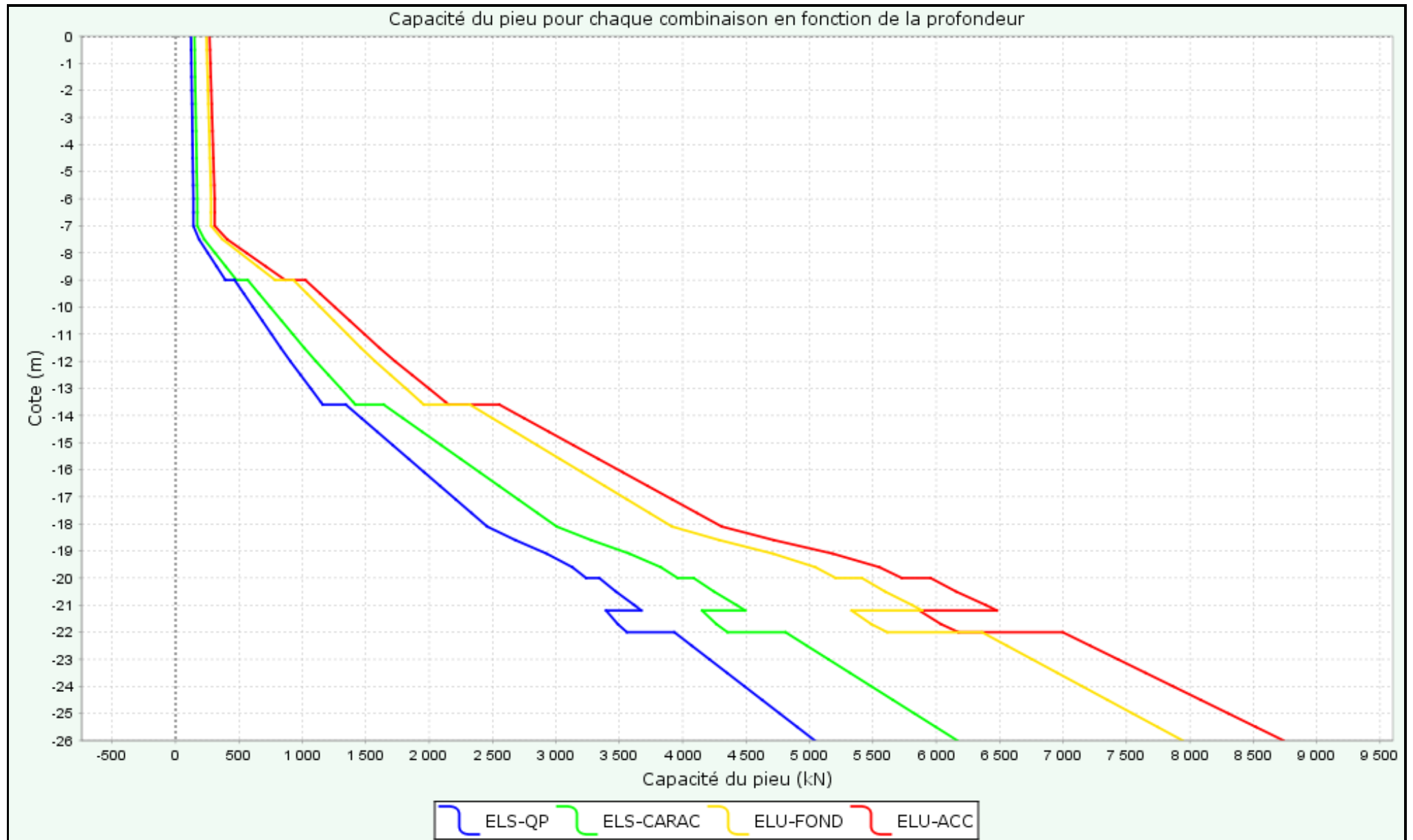
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 26.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	339.3	122.0	149.1	243.8	268.2
01	-0.50	0.00	300.0	1.013	0.0	343.5	123.6	151.0	246.9	271.6
01	-1.00	0.00	300.0	1.025	0.0	347.8	125.1	152.9	249.9	274.9
01	-1.50	0.00	300.0	1.038	0.0	352.0	126.6	154.7	253.0	278.3
01	-2.00	0.00	300.0	1.050	0.0	356.3	128.1	156.6	256.0	281.6
01	-2.50	0.00	300.0	1.063	0.0	360.5	129.7	158.5	259.1	285.0
01	-3.00	0.00	300.0	1.075	0.0	364.7	131.2	160.3	262.1	288.3
01	-3.50	0.00	300.0	1.088	0.0	369.0	132.7	162.2	265.2	291.7
01	-4.00	0.00	300.0	1.100	0.0	373.2	134.2	164.0	268.2	295.0
01	-4.50	0.00	300.0	1.113	0.0	377.5	135.8	165.9	271.2	298.4
01	-5.00	0.00	300.0	1.125	0.0	381.7	137.3	167.8	274.3	301.8
01	-5.50	0.00	300.0	1.138	0.0	385.9	138.8	169.6	277.3	305.1
01	-6.00	0.00	300.0	1.150	0.0	390.2	140.4	171.5	280.4	308.5
01	-6.50	0.00	300.0	1.150	0.0	390.2	140.4	171.5	280.4	308.5
01	-7.00	0.00	300.0	1.150	0.0	390.2	140.4	171.5	280.4	308.5
01	-7.50	0.00	400.0	1.141	0.0	516.0	185.6	226.8	370.8	407.9
01	-8.00	0.00	566.7	1.106	0.0	708.7	254.9	311.5	509.3	560.3
01	-8.50	0.00	733.3	1.087	0.0	901.5	324.3	396.2	647.8	712.7
01	-9.00	0.00	900.0	1.075	0.0	1094.2	393.6	481.0	786.3	865.0

01	-9.00	0.00	900.0	1.075	0.0	1094.2	393.6	481.0	786.3	865.0
02	-9.00	72.85	1100.0	1.041	0.0	1295.0	465.8	569.2	930.6	1023.7
02	-9.50	72.85	1100.0	1.049	137.4	1305.3	538.6	658.2	1036.7	1140.5
02	-10.00	72.85	1100.0	1.058	274.7	1315.7	611.3	747.2	1142.8	1257.2
02	-10.50	72.85	1100.0	1.066	412.0	1326.1	684.1	836.2	1248.9	1374.0
02	-11.00	72.85	1100.0	1.074	549.3	1336.4	756.9	925.2	1355.1	1490.7
02	-11.50	72.85	1100.0	1.083	686.6	1346.8	829.6	1014.2	1461.2	1607.5
02	-12.00	72.85	1108.3	1.090	823.9	1366.6	905.8	1107.4	1574.1	1731.7
02	-12.50	72.85	1129.2	1.094	961.3	1397.7	986.0	1205.5	1695.1	1864.8
02	-13.00	72.85	1150.0	1.099	1098.6	1428.8	1066.2	1303.6	1816.1	1997.9
02	-13.50	72.85	1170.8	1.100	1235.9	1456.6	1145.3	1400.3	1934.8	2128.5
02	-13.60	72.85	1175.0	1.100	1263.4	1461.8	1161.0	1419.5	1958.2	2154.3
03	-13.60	130.73	1200.0	1.450	1263.4	1967.9	1343.0	1641.9	2321.9	2554.4
03	-14.10	130.73	1200.0	1.450	1509.8	1967.9	1466.9	1793.5	2499.0	2749.2
03	-14.60	130.73	1200.0	1.450	1756.2	1967.9	1590.8	1945.0	2676.1	2944.0
03	-15.10	130.73	1200.0	1.450	2002.6	1967.9	1714.7	2096.6	2853.1	3138.8
03	-15.60	130.73	1200.0	1.450	2249.0	1967.9	1838.6	2248.1	3030.2	3333.6
03	-16.10	130.73	1200.0	1.450	2495.5	1967.9	1962.5	2399.7	3207.3	3528.4
03	-16.60	130.73	1200.0	1.450	2741.9	1967.9	2086.4	2551.3	3384.3	3723.1
03	-17.10	130.73	1200.0	1.450	2988.3	1967.9	2210.2	2702.8	3561.4	3917.9
03	-17.60	130.73	1200.0	1.450	3234.7	1967.9	2334.1	2854.4	3738.5	4112.7
03	-18.10	130.73	1200.0	1.450	3481.2	1967.9	2458.0	3005.9	3915.6	4307.5
03	-18.60	130.73	1366.7	1.450	3727.6	2241.2	2680.2	3277.6	4289.0	4718.4
03	-19.10	130.73	1575.0	1.450	3974.0	2582.9	2927.0	3579.3	4711.6	5183.3
03	-19.60	130.73	1708.3	1.450	4220.4	2801.5	3129.5	3827.0	5045.8	5550.9
03	-20.00	130.73	1725.0	1.450	4417.5	2828.8	3238.5	3960.2	5207.1	5728.4
04	-20.00	146.20	1900.0	1.450	4417.5	3115.8	3341.7	4086.4	5413.3	5955.2
04	-20.50	146.20	1887.0	1.450	4693.1	3094.4	3472.6	4246.5	5596.0	6156.2
04	-21.00	146.20	1900.0	1.450	4968.7	3115.8	3618.8	4425.3	5809.4	6390.9
04	-21.20	146.20	1900.0	1.450	5078.9	3115.8	3674.2	4493.1	5888.6	6478.1
05	-21.20	54.30	1800.0	1.150	5078.9	2341.1	3395.6	4152.6	5331.9	5865.7
05	-21.70	54.30	1887.0	1.150	5181.3	2454.2	3487.7	4265.3	5486.7	6036.0
05	-22.00	54.30	1975.0	1.150	5242.7	2568.7	3559.8	4353.4	5613.1	6175.0
06	-22.00	146.20	2200.0	1.450	5242.7	3607.8	3933.5	4810.1	6359.8	6996.5
06	-22.50	146.20	2200.0	1.450	5518.3	3607.8	4072.1	4979.6	6557.8	7214.3
06	-23.00	146.20	2200.0	1.450	5793.9	3607.8	4210.6	5149.1	6755.8	7432.2
06	-23.50	146.20	2200.0	1.450	6069.4	3607.8	4349.2	5318.6	6953.9	7650.0
06	-24.00	146.20	2200.0	1.450	6345.0	3607.8	4487.7	5488.0	7151.9	7867.9
06	-24.50	146.20	2200.0	1.450	6620.6	3607.8	4626.3	5657.5	7349.9	8085.7
06	-25.00	146.20	2200.0	1.450	6896.2	3607.8	4764.8	5827.0	7547.9	8303.6
06	-25.50	146.20	2200.0	1.450	7171.8	3607.8	4903.4	5996.5	7746.0	8521.4
06	-26.00	146.20	2200.0	1.450	7447.4	3607.8	5041.9	6166.0	7944.0	8739.3

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,60

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	$\gamma R, d1 \times \gamma R, d2$
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	93,66	1,65	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	139,44	1,60	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	155,95	1,60	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	65,15	1,30	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	155,95	1,60	1,265

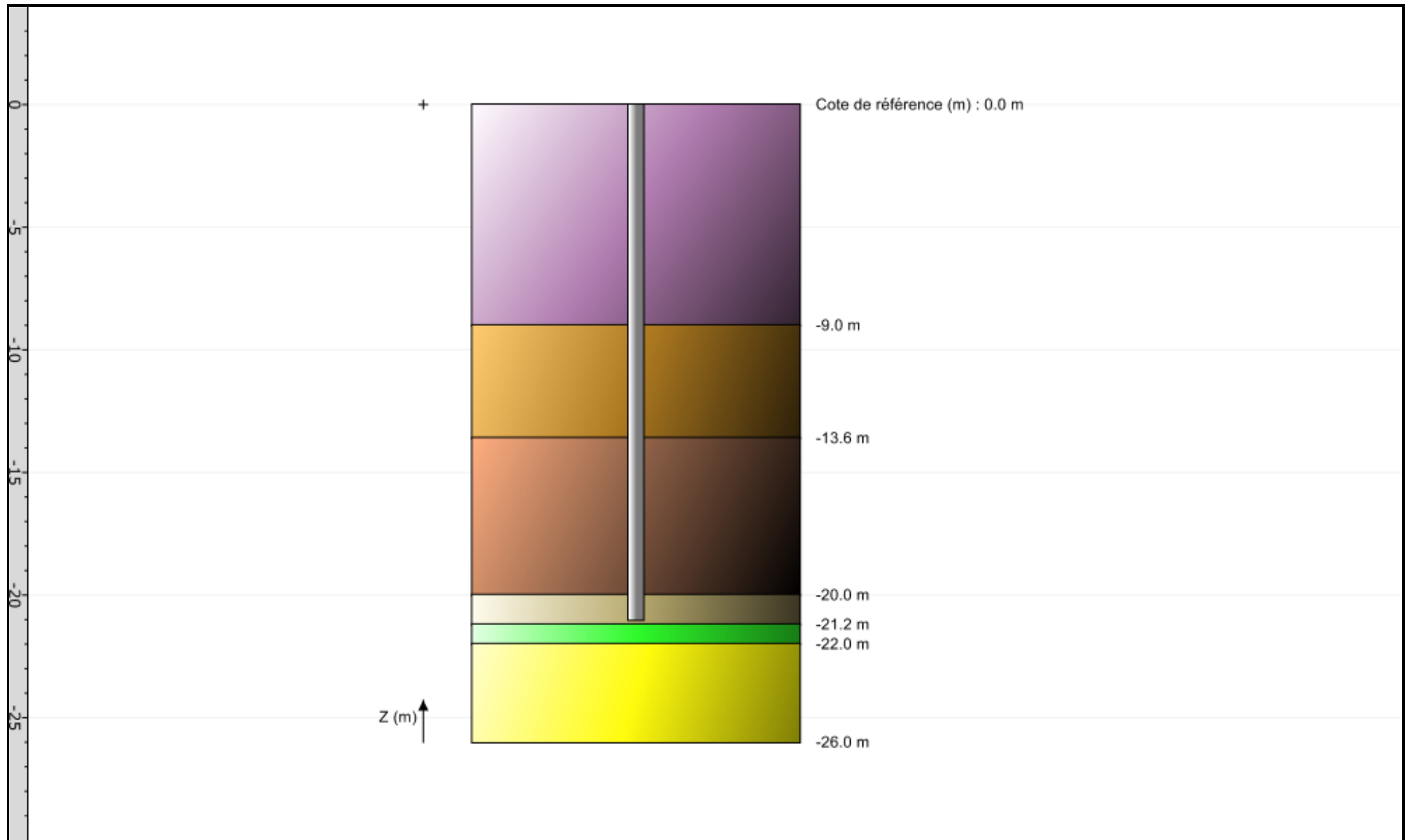
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 21,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 13h22
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.283
Périmètre : 1.885

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	-13.60	1100.0	93.66	1.00	1.65	1.26
03	-20.00	1200.0	139.44	1.00	1.60	1.26
04	-21.20	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26
05	-22.00	1300.0	65.15	1.00	1.30	1.26
06	-26.00	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26

Pas du calcul : 0.50

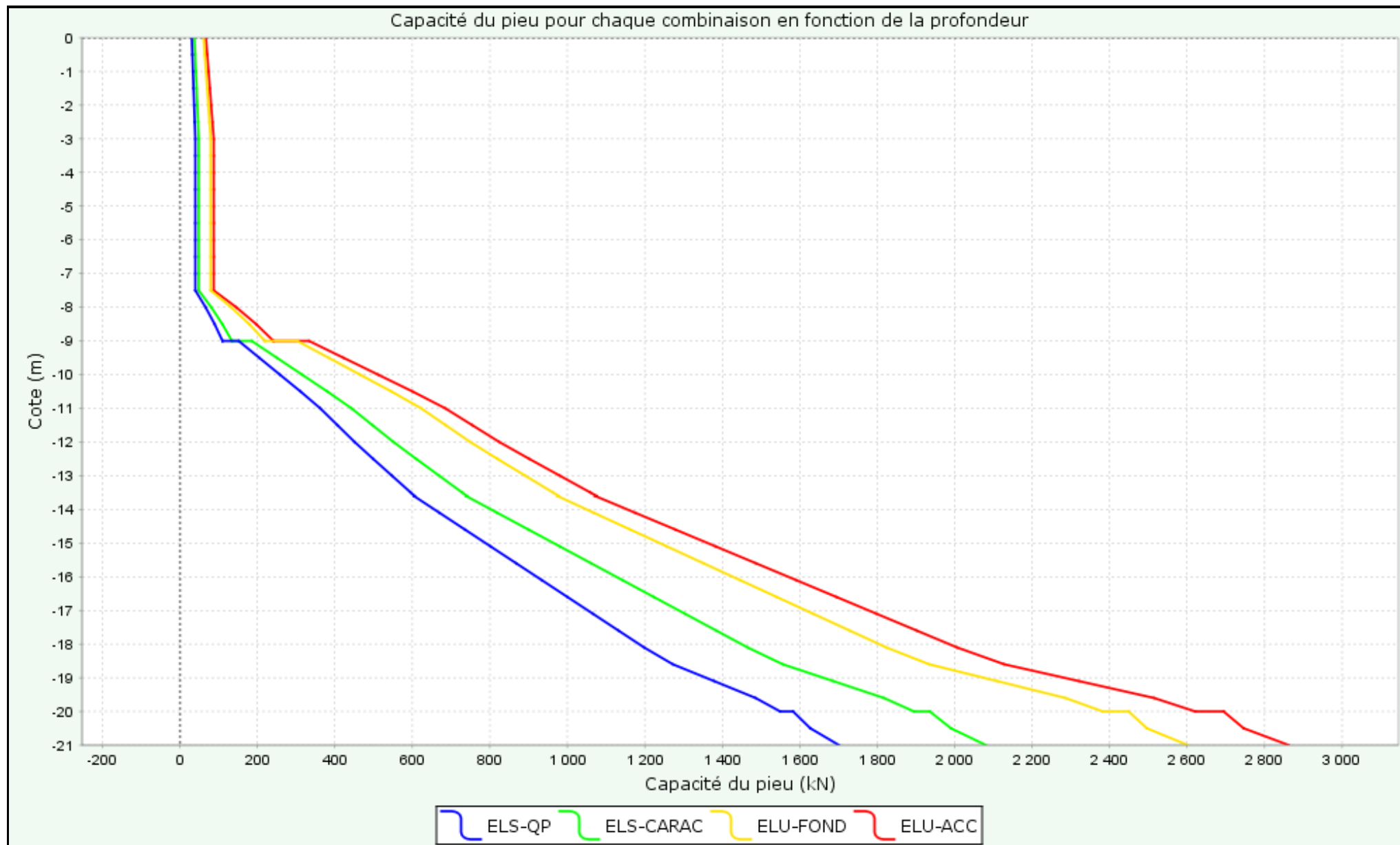
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 21.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	84.8	30.5	37.3	61.0	67.1
01	-0.50	0.00	300.0	1.050	0.0	89.1	32.0	39.1	64.0	70.4
01	-1.00	0.00	300.0	1.100	0.0	93.3	33.6	41.0	67.0	73.8
01	-1.50	0.00	300.0	1.150	0.0	97.5	35.1	42.9	70.1	77.1
01	-2.00	0.00	300.0	1.200	0.0	101.8	36.6	44.7	73.1	80.5
01	-2.50	0.00	300.0	1.250	0.0	106.0	38.1	46.6	76.2	83.8
01	-3.00	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-3.50	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-4.00	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-4.50	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-5.00	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-5.50	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-6.00	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-6.50	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-7.00	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-7.50	0.00	300.0	1.300	0.0	110.3	39.7	48.5	79.2	87.2
01	-8.00	0.00	500.0	1.300	0.0	183.8	66.1	80.8	132.1	145.3
01	-8.50	0.00	700.0	1.257	0.0	248.8	89.5	109.4	178.8	196.7
01	-9.00	0.00	900.0	1.200	0.0	305.4	109.8	134.2	219.4	241.4

01	-9.00	0.00	900.0	1.200	0.0	305.4	109.8	134.2	219.4	241.4
02	-9.00	93.66	1100.0	1.355	0.0	421.3	151.5	185.2	302.7	333.0
02	-9.50	93.66	1100.0	1.433	88.3	445.8	204.7	250.2	383.8	422.2
02	-10.00	93.66	1100.0	1.512	176.5	470.3	257.9	315.3	464.8	511.3
02	-10.50	93.66	1100.0	1.591	264.8	494.8	311.1	380.3	545.8	600.5
02	-11.00	93.66	1100.0	1.650	353.1	513.2	362.1	442.7	622.5	684.8
02	-11.50	93.66	1100.0	1.650	441.4	513.2	406.5	497.0	685.9	754.6
02	-12.00	93.66	1100.0	1.650	529.6	513.2	450.9	551.3	749.3	824.4
02	-12.50	93.66	1120.0	1.650	617.9	522.5	498.6	609.7	819.5	901.5
02	-13.00	93.66	1145.0	1.650	706.2	534.2	547.2	669.1	891.3	980.5
02	-13.50	93.66	1170.0	1.650	794.5	545.8	595.8	728.5	963.1	1059.5
02	-13.60	93.66	1175.0	1.650	812.1	548.2	605.5	740.4	977.5	1075.3
03	-13.60	139.44	1200.0	1.600	812.1	542.9	603.6	738.1	973.7	1071.1
03	-14.10	139.44	1200.0	1.600	943.5	542.9	669.6	818.9	1068.1	1175.0
03	-14.60	139.44	1200.0	1.600	1074.9	542.9	735.7	899.7	1162.5	1278.9
03	-15.10	139.44	1200.0	1.600	1206.4	542.9	801.8	980.5	1257.0	1382.8
03	-15.60	139.44	1200.0	1.600	1337.8	542.9	867.9	1061.4	1351.4	1486.7
03	-16.10	139.44	1200.0	1.600	1469.2	542.9	933.9	1142.2	1445.8	1590.6
03	-16.60	139.44	1200.0	1.600	1600.6	542.9	1000.0	1223.0	1540.3	1694.5
03	-17.10	139.44	1200.0	1.600	1732.0	542.9	1066.1	1303.8	1634.7	1798.3
03	-17.60	139.44	1200.0	1.600	1863.5	542.9	1132.1	1384.7	1729.1	1902.2
03	-18.10	139.44	1200.0	1.600	1994.9	542.9	1198.2	1465.5	1823.6	2006.1
03	-18.60	139.44	1250.0	1.600	2126.3	565.5	1272.4	1556.3	1934.3	2127.9
03	-19.10	139.44	1500.0	1.600	2257.7	678.6	1379.2	1686.8	2110.0	2321.2
03	-19.60	139.44	1750.0	1.600	2389.1	791.7	1485.9	1817.3	2285.7	2514.5
03	-20.00	139.44	1815.0	1.600	2494.3	821.1	1549.4	1894.9	2382.3	2620.8
04	-20.00	155.95	2020.0	1.600	2494.3	913.8	1582.7	1935.7	2449.0	2694.1
04	-20.50	155.95	1840.0	1.600	2641.3	832.4	1627.3	1990.3	2496.1	2746.0
04	-21.00	155.95	1840.0	1.600	2788.2	832.4	1701.2	2080.7	2601.7	2862.2

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,80

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	93,66	1,65	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	139,44	1,60	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	155,95	1,60	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	65,15	1,30	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	155,95	1,60	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 21,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

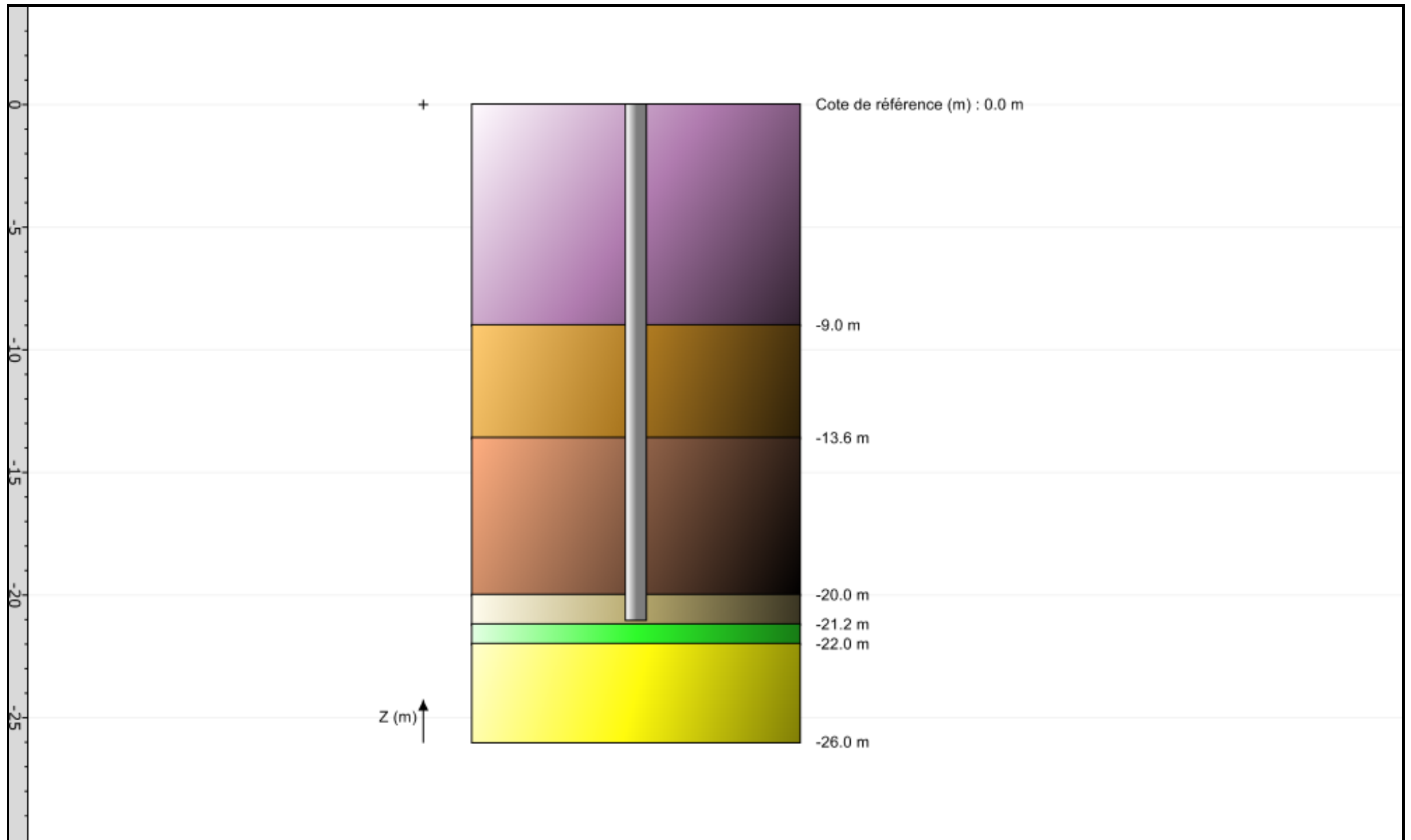


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 18/01/2023 - 13:22:14
Calcul réalisé par : INFRANEO

Projet : DDC
Module : Fondprof (Pieu 1/2)
Titre du calcul : Titre du calcul

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 13h21
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 0.503
Périmètre : 2.513

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	-13.60	1100.0	93.66	1.00	1.65	1.26
03	-20.00	1200.0	139.44	1.00	1.60	1.26
04	-21.20	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26
05	-22.00	1300.0	65.15	1.00	1.30	1.26
06	-26.00	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26

Pas du calcul : 0.50

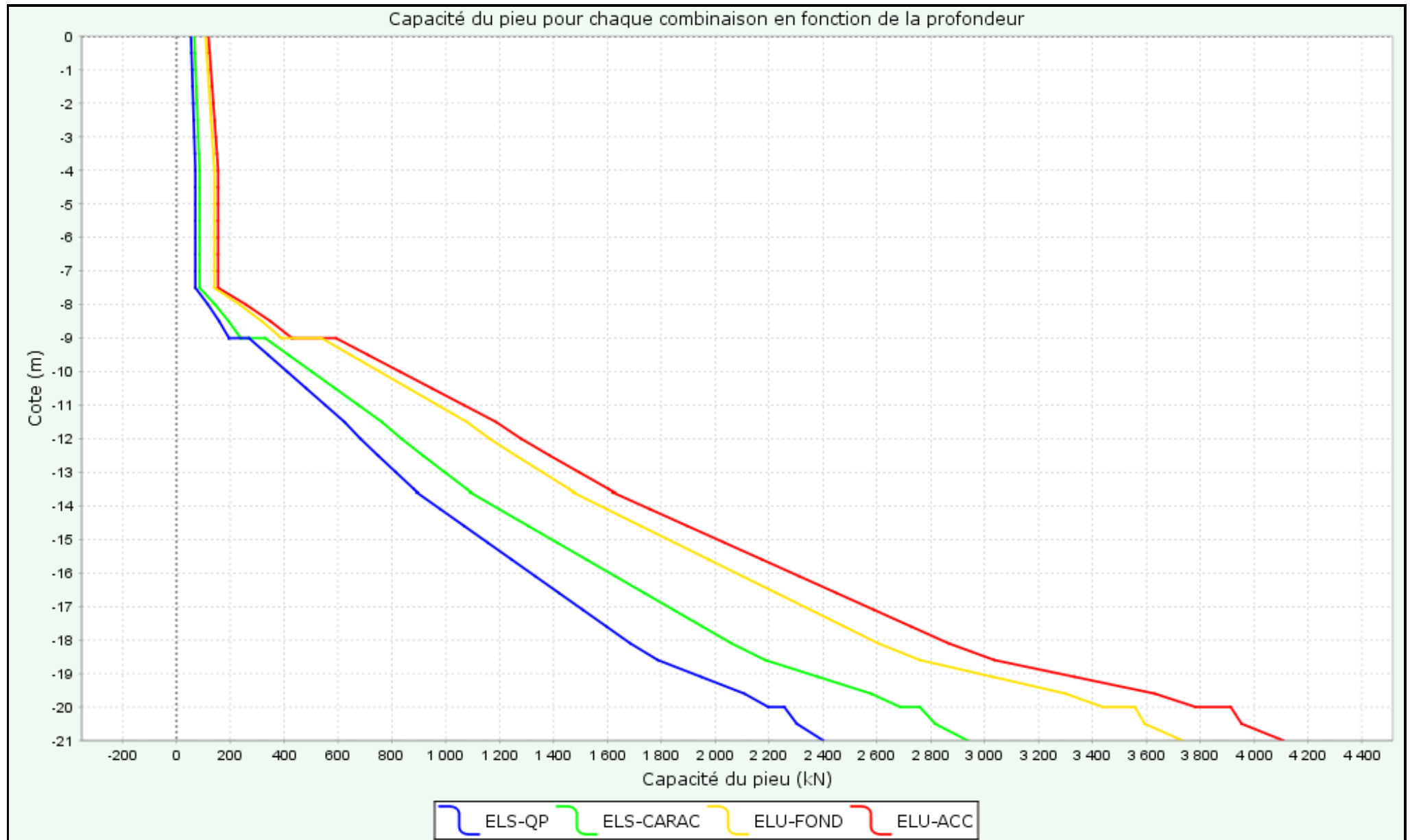
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 21.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	150.8	54.2	66.3	108.4	119.2
01	-0.50	0.00	300.0	1.038	0.0	156.5	56.3	68.8	112.4	123.7
01	-1.00	0.00	300.0	1.075	0.0	162.1	58.3	71.2	116.5	128.1
01	-1.50	0.00	300.0	1.113	0.0	167.8	60.3	73.7	120.5	132.6
01	-2.00	0.00	300.0	1.150	0.0	173.4	62.4	76.2	124.6	137.1
01	-2.50	0.00	300.0	1.188	0.0	179.1	64.4	78.7	128.7	141.6
01	-3.00	0.00	300.0	1.225	0.0	184.7	66.4	81.2	132.7	146.0
01	-3.50	0.00	300.0	1.263	0.0	190.4	68.5	83.7	136.8	150.5
01	-4.00	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-4.50	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-5.00	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-5.50	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-6.00	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-6.50	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-7.00	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-7.50	0.00	300.0	1.300	0.0	196.0	70.5	86.2	140.9	155.0
01	-8.00	0.00	500.0	1.300	0.0	326.7	117.5	143.6	234.8	258.3
01	-8.50	0.00	700.0	1.257	0.0	442.3	159.1	194.4	317.9	349.7
01	-9.00	0.00	900.0	1.200	0.0	542.9	195.3	238.6	390.1	429.1

01	-9.00	0.00	900.0	1.200	0.0	542.9	195.3	238.6	390.1	429.1
02	-9.00	93.66	1100.0	1.355	0.0	749.0	269.4	329.2	538.2	592.1
02	-9.50	93.66	1100.0	1.414	117.7	781.6	340.3	415.9	646.2	710.9
02	-10.00	93.66	1100.0	1.473	235.4	814.3	411.2	502.7	754.3	829.8
02	-10.50	93.66	1100.0	1.532	353.1	847.0	482.2	589.4	862.3	948.7
02	-11.00	93.66	1100.0	1.591	470.8	879.6	553.1	676.2	970.4	1067.5
02	-11.50	93.66	1100.0	1.650	588.5	912.3	624.0	762.9	1078.4	1186.4
02	-12.00	93.66	1100.0	1.650	706.2	912.3	683.2	835.3	1163.0	1279.4
02	-12.50	93.66	1120.0	1.650	823.9	928.9	748.3	915.0	1259.5	1385.6
02	-13.00	93.66	1145.0	1.650	941.6	949.6	815.0	996.5	1359.0	1495.0
02	-13.50	93.66	1170.0	1.650	1059.3	970.4	881.6	1078.0	1458.5	1604.5
02	-13.60	93.66	1175.0	1.650	1082.8	974.5	894.9	1094.3	1478.4	1626.4
03	-13.60	139.44	1200.0	1.600	1082.8	965.1	891.5	1090.1	1471.6	1618.9
03	-14.10	139.44	1200.0	1.600	1258.0	965.1	979.6	1197.9	1597.5	1757.4
03	-14.60	139.44	1200.0	1.600	1433.3	965.1	1067.7	1305.7	1723.4	1895.9
03	-15.10	139.44	1200.0	1.600	1608.5	965.1	1155.8	1413.4	1849.3	2034.5
03	-15.60	139.44	1200.0	1.600	1783.7	965.1	1243.9	1521.2	1975.2	2173.0
03	-16.10	139.44	1200.0	1.600	1958.9	965.1	1332.0	1629.0	2101.1	2311.5
03	-16.60	139.44	1200.0	1.600	2134.2	965.1	1420.1	1736.7	2227.1	2450.0
03	-17.10	139.44	1200.0	1.600	2309.4	965.1	1508.2	1844.5	2353.0	2588.5
03	-17.60	139.44	1200.0	1.600	2484.6	965.1	1596.3	1952.3	2478.9	2727.0
03	-18.10	139.44	1200.0	1.600	2659.8	965.1	1684.4	2060.0	2604.8	2865.6
03	-18.60	139.44	1250.0	1.600	2835.1	1005.3	1787.0	2185.5	2759.6	3035.9
03	-19.10	139.44	1500.0	1.600	3010.3	1206.4	1947.4	2381.6	3030.0	3333.3
03	-19.60	139.44	1750.0	1.600	3185.5	1407.4	2107.8	2577.8	3300.4	3630.8
03	-20.00	139.44	1815.0	1.600	3325.7	1459.7	2197.1	2686.9	3438.7	3782.9
04	-20.00	155.95	2020.0	1.600	3325.7	1624.6	2256.4	2759.4	3557.2	3913.3
04	-20.50	155.95	1840.0	1.600	3521.7	1479.8	2302.8	2816.3	3594.0	3953.7
04	-21.00	155.95	1840.0	1.600	3717.6	1479.8	2401.4	2936.8	3734.8	4108.7

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Capacité portante - Compression

Numéro d'affaire : 7629

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Titre du calcul (pieu n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 1,20

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Remblais		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-9,00	300,00	0,00	1,30	1,265
2	Sables de Fontainebleau		Sables, graves	-13,60	1100,00	93,66	1,65	1,265
3	Marnes à Huitres		Marne et calcaire marneux	-20,00	1200,00	139,44	1,60	1,265
4	Calcaire de Sannois		Marne et calcaire marneux	-21,20	2200,00	155,95	1,60	1,265
5	Argiles vertes		Argile, limons	-22,00	1300,00	65,15	1,30	1,265
6	Marnes supragypseuses		Marne et calcaire marneux	-26,00	2200,00	155,95	1,60	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 26,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

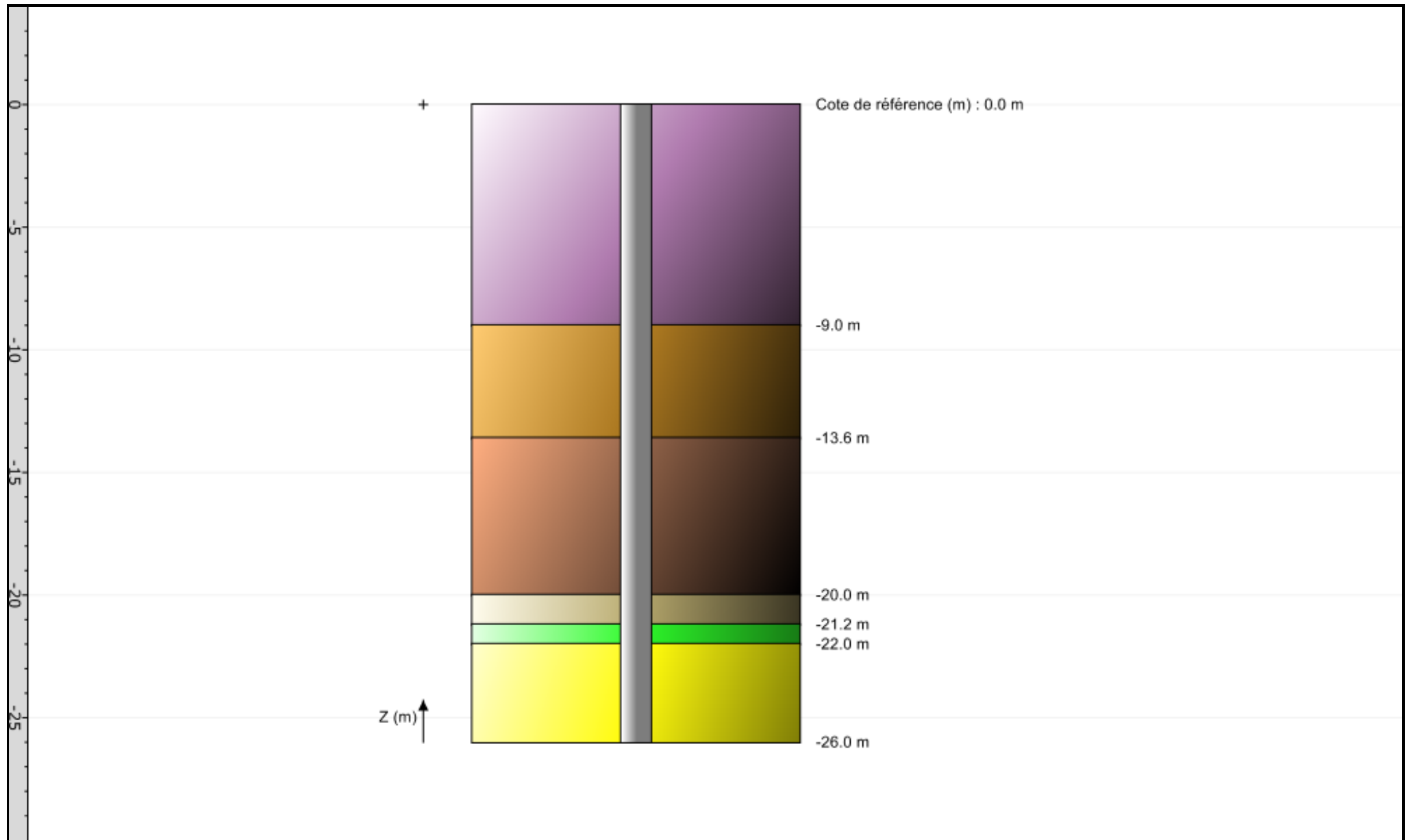


FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 18/01/2023 - 12:36:23
Calcul réalisé par : INFRANEO

Projet : DDC
Module : Fondprof (Pieu 1/1)
Titre du calcul : Titre du calcul

Onglet "Calcul"



File : C:\Users\M2358~1.SOU\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3572\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 18/01/2023 à 12h35
par : INFRANEO

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 6
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.455	0.556	0.909	1.000

Cote de référence : 0.000

Section du pieu : 1.131
Périmètre : 3.770

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	-9.00	300.0	0.00	1.00	1.30	1.26
02	-13.60	1100.0	93.66	1.00	1.65	1.26
03	-20.00	1200.0	139.44	1.00	1.60	1.26
04	-21.20	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26
05	-22.00	1300.0	65.15	1.00	1.30	1.26
06	-26.00	2200.0	155.95	1.00	1.60	1.26

Pas du calcul : 0.50

 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 26.00

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.00	0.00	300.0	1.000	0.0	339.3	122.0	149.1	243.8	268.2
01	-0.50	0.00	300.0	1.025	0.0	347.8	125.1	152.9	249.9	274.9
01	-1.00	0.00	300.0	1.050	0.0	356.3	128.1	156.6	256.0	281.6
01	-1.50	0.00	300.0	1.075	0.0	364.7	131.2	160.3	262.1	288.3
01	-2.00	0.00	300.0	1.100	0.0	373.2	134.2	164.0	268.2	295.0
01	-2.50	0.00	300.0	1.125	0.0	381.7	137.3	167.8	274.3	301.7
01	-3.00	0.00	300.0	1.150	0.0	390.2	140.3	171.5	280.4	308.4
01	-3.50	0.00	300.0	1.175	0.0	398.7	143.4	175.2	286.5	315.2
01	-4.00	0.00	300.0	1.200	0.0	407.2	146.4	179.0	292.6	321.9
01	-4.50	0.00	300.0	1.225	0.0	415.6	149.5	182.7	298.7	328.6
01	-5.00	0.00	300.0	1.250	0.0	424.1	152.5	186.4	304.8	335.3
01	-5.50	0.00	300.0	1.275	0.0	432.6	155.6	190.1	310.9	342.0
01	-6.00	0.00	300.0	1.300	0.0	441.1	158.7	193.9	317.0	348.7
01	-6.50	0.00	300.0	1.300	0.0	441.1	158.7	193.9	317.0	348.7
01	-7.00	0.00	300.0	1.300	0.0	441.1	158.7	193.9	317.0	348.7
01	-7.50	0.00	400.0	1.281	0.0	579.6	208.5	254.8	416.5	458.2
01	-8.00	0.00	566.7	1.212	0.0	776.6	279.3	341.3	558.1	613.9
01	-8.50	0.00	733.3	1.174	0.0	973.6	350.2	427.9	699.6	769.6
01	-9.00	0.00	900.0	1.150	0.0	1170.6	421.0	514.5	841.1	925.3

01	-9.00	0.00	900.0	1.150	0.0	1170.6	421.0	514.5	841.1	925.3
02	-9.00	93.66	1100.0	1.266	0.0	1574.9	566.5	692.2	1131.7	1245.0
02	-9.50	93.66	1100.0	1.320	176.5	1642.3	679.5	830.4	1307.0	1437.8
02	-10.00	93.66	1100.0	1.374	353.1	1709.7	792.5	968.6	1482.2	1630.6
02	-10.50	93.66	1100.0	1.428	529.6	1777.0	905.5	1106.8	1657.5	1823.5
02	-11.00	93.66	1100.0	1.483	706.2	1844.4	1018.5	1245.0	1832.8	2016.3
02	-11.50	93.66	1100.0	1.537	882.7	1911.8	1131.5	1383.2	2008.1	2209.1
02	-12.00	93.66	1108.3	1.586	1059.3	1988.6	1247.8	1525.5	2190.2	2409.4
02	-12.50	93.66	1129.2	1.614	1235.8	2061.2	1362.7	1666.0	2369.2	2606.3
02	-13.00	93.66	1150.0	1.641	1412.4	2133.8	1477.6	1806.5	2548.2	2803.3
02	-13.50	93.66	1170.8	1.650	1588.9	2184.9	1584.7	1937.5	2711.8	2983.2
02	-13.60	93.66	1175.0	1.650	1624.2	2192.7	1605.3	1962.7	2742.7	3017.3
03	-13.60	139.44	1200.0	1.600	1624.2	2171.5	1597.6	1953.3	2727.5	3000.5
03	-14.10	139.44	1200.0	1.600	1887.1	2171.5	1729.8	2115.0	2916.4	3208.3
03	-14.60	139.44	1200.0	1.600	2149.9	2171.5	1861.9	2276.6	3105.2	3416.1
03	-15.10	139.44	1200.0	1.600	2412.7	2171.5	1994.1	2438.3	3294.1	3623.9
03	-15.60	139.44	1200.0	1.600	2675.6	2171.5	2126.2	2599.9	3483.0	3831.7
03	-16.10	139.44	1200.0	1.600	2938.4	2171.5	2258.4	2761.6	3671.8	4039.4
03	-16.60	139.44	1200.0	1.600	3201.2	2171.5	2390.5	2923.2	3860.7	4247.2
03	-17.10	139.44	1200.0	1.600	3464.1	2171.5	2522.7	3084.9	4049.6	4455.0
03	-17.60	139.44	1200.0	1.600	3726.9	2171.5	2654.8	3246.5	4238.4	4662.8
03	-18.10	139.44	1200.0	1.600	3989.8	2171.5	2787.0	3408.2	4427.3	4870.5
03	-18.60	139.44	1366.7	1.600	4252.6	2473.1	3027.6	3702.4	4832.9	5316.7
03	-19.10	139.44	1575.0	1.600	4515.4	2850.1	3295.3	4029.8	5292.7	5822.5
03	-19.60	139.44	1708.3	1.600	4778.3	3091.3	3514.3	4297.5	5654.9	6221.0
03	-20.00	139.44	1725.0	1.600	4988.5	3121.5	3630.8	4440.0	5827.7	6411.1
04	-20.00	155.95	1900.0	1.600	4988.5	3438.2	3744.7	4579.2	6055.2	6661.4
04	-20.50	155.95	1887.0	1.600	5282.5	3414.6	3884.0	4749.6	6249.5	6875.1
04	-21.00	155.95	1900.0	1.600	5576.5	3438.2	4040.3	4940.8	6477.7	7126.2
04	-21.20	155.95	1900.0	1.600	5694.0	3438.2	4099.4	5013.1	6562.2	7219.1
05	-21.20	65.15	1800.0	1.300	5694.0	2646.5	3814.7	4665.1	5993.3	6593.3
05	-21.70	65.15	1887.0	1.300	5816.9	2774.3	3922.4	4796.9	6173.4	6791.4
05	-22.00	65.15	1975.0	1.300	5890.5	2903.8	4006.0	4899.1	6319.4	6952.0
06	-22.00	155.95	2200.0	1.600	5890.5	3981.0	4393.5	5372.6	7093.5	7803.6
06	-22.50	155.95	2200.0	1.600	6184.5	3981.0	4541.3	5553.3	7304.7	8036.0
06	-23.00	155.95	2200.0	1.600	6478.5	3981.0	4689.1	5734.1	7515.9	8268.4
06	-23.50	155.95	2200.0	1.600	6772.4	3981.0	4836.9	5914.9	7727.2	8500.7
06	-24.00	155.95	2200.0	1.600	7066.4	3981.0	4984.6	6095.7	7938.4	8733.1
06	-24.50	155.95	2200.0	1.600	7360.3	3981.0	5132.4	6276.5	8149.6	8965.5
06	-25.00	155.95	2200.0	1.600	7654.3	3981.0	5280.2	6457.3	8360.9	9197.9
06	-25.50	155.95	2200.0	1.600	7948.2	3981.0	5428.0	6638.1	8572.1	9430.3
06	-26.00	155.95	2200.0	1.600	8242.2	3981.0	5575.8	6818.9	8783.3	9662.6

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur

